

ADRIANO NASCIMENTO DA PAIXÃO

**AVALIAÇÃO CONTINGENTE DE SERVIÇOS DE
SANEAMENTO BÁSICO EM PALMAS-TO**

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
2008**

ADRIANO NASCIMENTO DA PAIXÃO

**AVALIAÇÃO CONTINGENTE DE SERVIÇOS DE
SANEAMENTO BÁSICO EM PALMAS-TO**

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: 05 de novembro de 2008.

Prof. João Eustáquio de Lima
(Co-orientador)

Prof. Maurinho Luiz dos Santos

Prof. José Gustavo Féres

Prof. Leonardo Bornacki de Mattos

Prof. Wilson da Cruz Vieira
(Orientador)

Ao meu avô Vicente Romão (*In Memoriam*)

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado força nos momentos difíceis;

À Rafaella, minha esposa e meu amor, que esteve ao meu lado em todos os momentos;

À minha família, em especial a Noilda, Anunciada, Aparecida e Carlos Candeia;

Ao meu filho, Adriano Filho, pelas ausências durante a realização deste trabalho;

Ao meu orientador, professor Wilson da Cruz Vieira, pela disponibilidade e dedicação, que com sua compreensão e paciência, fortaleceu o meu empenho em superar limitações;

Aos professores João Eustáquio e Walter Belluzzo Jr, pelos comentários e sugestões na elaboração desse trabalho;

Aos professores Alexandre Bragança, Marco Aurélio e Viviane Silva, membros da banca de qualificação, por suas colocações pertinentes;

Aos professores Maurinho dos Santos, Leonardo Bornacki e José Feres, membros da banca de tese, por suas importantes sugestões, que proporcionaram uma melhoria na versão deste trabalho;

Aos demais professores do Departamento de Economia Rural, por todos os ensinamentos;

Aos amigos, Adriano Firmino, Aurélio, Urbano, José Luis e Erik, pelo apoio;

Aos colegas do colegiado de Ciências Econômicas, Jean e Fernando Jorge, pelo apoio para a minha liberação para o Doutorado;

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Economia Rural por todos os ensinamentos;

À Universidade Federal do Tocantins e ao Colegiado de Ciências Econômicas que apoiaram a realização do Doutorado;

Ao CNPq e à CAPES pelo apoio financeiro;

Aos funcionários do Departamento de Economia Rural, em especial, Graça, Carminha e Tedinha, por sempre atender com alegria e eficiência;

Aos alunos bolsistas da UFT, Marcleinton e Wilians, pela ajuda na coleta de dados primários;

Aos amigos João Ricardo e Valéria, pela grande amizade e agradável convivência durante a realização do doutorado;

Aos colegas de república em Viçosa, Paulo, Marcelo, Kenny e Gabriel pelo agradável convívio;

Aos colegas do Doutorado em Economia Aplicada, em especial a Cristiane, Eliane, Thiago, Piacenti, Joelsio entre outros, que durante o doutorado proporcionaram um agradável convívio.

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE QUADROS.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xii
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	xv
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Considerações Iniciais	1
1.2. O problema e sua importância	5
1.3. Hipótese	8
1.4. Objetivo Geral	8
1.5. Objetivos Específicos	8
1.6. Estrutura da Tese	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1. Externalidades	10
2.2. Bens Públicos	12
2.2.1. Provisão Eficiente de um Bem Público	13
2.2.2 Provisão Privada de um Bem Público: O Caso Contínuo	15
2.3. Decomposição do Valor Econômico de Bens não Privados	16
2.4. Medidas de Bem-estar	18
2.4.1. Excedente do Consumidor Marshalliano	18
2.4.2. Variação Equivalente.....	21
2.4.3. Variação Compensatória	22
3. MODELO ANALÍTICO	26
3.1. Método de Avaliação Contingente	26
3.2. Estimação da Disposição a Pagar e Disposição a Receber	28
3.3. Formalização do Método de Avaliação Contingente	31
3.3.1. Abordagem de Hanemann.....	32
3.3.2. Abordagem de Cameron	36
3.4. Modelo Empírico	37

3.5. Modelos Econométricos	38
3.5.1. Modelo <i>Logit</i>	38
3.5.2 Estimador de KLEIN e SPADY	40
3.5.3. Estimador de Turnbull.....	41
3.6. Determinação do Intervalo de confiança da DAP	47
3.7. Problemas do Método de Avaliação Contingente	48
3.8. Fonte de Dados e Procedimentos	52
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	55
4.1. Análise dos Dados da Pesquisa Piloto	55
4.2. Análise dos Dados da Pesquisa Final	57
4.3. Análise Preliminar da Disposição a Pagar pelo Serviço de Saneamento Básico	61
4.4. Estimação da Disposição a Pagar	65
4.4.1. Modelo Logit	66
4.4.2. Estimador Semi-paramétrico de Klein e Spady (EKS).....	76
4.4.3. Estimador de Turnbull.....	80
4.5. Agregação dos Resultados	85
5. CONCLUSÕES	88
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
ANEXOS	97
Anexo 1 - Questionário usado na Pesquisa Piloto.....	98
Anexo 2 - Questionário usado na Pesquisa Final	101
Anexo 3 – Comandos para Estimar e Calcular o Intervalo de Confiança da DAP para o Modelo Logit e o Estimador Klein e Spady através do Instrumento Krinsk-Robb no Pacote Estatístico R	104
Anexo 4 – Comandos para Estimar e Calcular o Intervalo de Confiança da DAP para o Modelo Logit para os Domicílios Conectado e Não-conectados a Rede de Esgotamento Sanitário através do Instrumento Krinsk-Robb no Pacote Estatístico R	106
Anexo 5 – Comandos para Estimar e Calcular o Intervalo de Confiança da DAP para o Estimador Klein e Spady para os Domicílios Conectado e Não-conectados a Rede de Esgotamento Sanitário através do Instrumento Krinsk-Robb no Pacote Estatístico R.....	108
Anexo 6 – Procedimentos para a Aplicação do Método de Avaliação Contingente	110

Anexo 7 – Rotina para Extrair os Dados da PNAD considerando o Plano amostral
..... 111

LISTA DE TABELAS

	p.
1 Tabela 1 – Cobertura do Saneamento Básico no Brasil, 1970-2000.....	2
2 Tabela 2 - Indicador de Saneamento no Brasil e Regiões em Percentual, 2005.....	4
3 Tabela 3 – Índice de Saneamento e Rendimento Mensal Médio Familiar no Brasil, 2005.....	4
4 Tabela 4 – Cobertura do Saneamento Básico na Região Norte, 2005.....	5
5 Tabela 5 – Municípios que Possuem Cobertura de Rede de Esgotamento Sanitário, Tocantins, 2006.....	6
6 Tabela 6 – Estatísticas Descritivas da Idade, Escolaridade, Renda Individual, Renda Familiar, Valor da Conta de Água e Número de Membros da Família, Palmas-TO, 2008.....	55
7 Tabela 7 – Distribuição de Freqüência dos Entrevistados segundo a Ocupação, Palmas-TO, 2008.....	56
8 Tabela 8 – Estatísticas Descritivas da Idade, Escolaridade, Renda Individual, Renda Familiar e Número de Membros da Família, Palmas-TO, 2008.....	57
9 Tabela 9 – Distribuição de Freqüência dos Entrevistados segundo a Ocupação, Palmas-TO, 2008.....	58
10 Tabela 10 – Distribuição de Freqüência dos Problemas mais Enfrentados pela Comunidade, Palmas-TO, 2008.....	59
11 Tabela 11 – Formas de Escoamento de Esgotamento Sanitário, Palmas-TO, 2008.....	60
12 Tabela 12 – Média e Desvio-padrão da Tarifa do Serviço de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário, Palmas-TO, 2008.....	60
13 Tabela 13 – Resumo das Respostas da Disposição a Pagar, Palmas-TO, 2008.....	61
14 Tabela 14 – Relação entre Nível de Renda e Respostas da Disposição a Pagar, Palmas-TO, 2008.....	62

15	Tabela 15 – Relação entre das Respostas da Disposição a Pagar e Nível de Escolaridade, Palmas-TO, 2008.....	63
16	Tabela 16 – Distribuição de Frequência para Nível de Certeza para as Respostas “Sim” e “Não” , Palmas-TO, 2008.....	63
17	Tabela 17 – Motivos da Não Disposição a Pagar, Palmas-TO, 2008.....	65
18	Tabela 18 – Resultado das Estimções do Modelo Logit sem a Retirada dos Votos de Protesto, Palmas-TO, 2008.....	66
19	Tabela 19 – Resultado das Estimções do Modelo Logit com a Retirada dos Votos de Protesto, Palmas-TO, 2008.....	67
20	Tabela 20 – Estimativas da DAP mensal com o Modelo Logit a partir do Instrumento Krinsky-Robb, Palmas-TO, 2008.....	69
21	Tabela 21 – Resultado das Estimções do Modelo Logit para os Domicílios Não Conectados à Rede de Esgotamento Sanitário, Palmas-TO, 2008.....	71
22	Tabela 22 – Resultado das Estimções do Modelo Logit para os Domicílios Conectados à Rede de Esgotamento Sanitário, Palmas-TO, 2008.....	72
23	Tabela 23 – Estimativas da DAP mensal com o Modelo Logit a partir do Instrumento Krinsky-Robb, Palmas-TO, 2008.....	73
24	Tabela 24 – Resultados das Estimções do Modelo Logit com Incerteza, Palmas-TO, 2008.....	74
25	Tabela 25 – Estimativas da DAP com o Modelo Logit com o Nível de Certeza dos Respondentes a partir do Instrumento Krinsky-Robb, Palmas-TO, 2008.....	76
26	Tabela 26 – Resultados do Estimador Klein e Spady (EKS) para a Disposição a Pagar por Serviços de Saneamento Básico, Palmas-TO, 2008	77
27	Tabela 27 – Estimativas da DAP pelo Estimador de Klein e Spady (EKS) a partir do Instrumento Krinsky-Robb, Palmas-TO, 2008.....	77
28	Tabela 28 – Resultado das Estimções do Estimador Klein e Spady para os Domicílios Conectados e Não Conectados à Rede de Esgotamento Sanitário, Palmas-TO, 2008.....	79

29	Tabela 29 – Estimativas da DAP pelo Estimador de Klein e Spady (EKS) a partir do Instrumento Krinsky-Robb, Palmas-TO, 2008.....	80
30	Tabela 30 – Estimativas da Função de Distribuição Empírica de Turnbull com Votos de Protesto, Palmas-TO, 2008.....	81
31	Tabela 31 – Estimativas da Função de Distribuição Empírica de Turnbull com Votos de Protesto, Palmas-TO, 2008.....	81
32	Tabela 32 – Estimativas da DAP Mediana e Média a partir do Estimador de Turnbull, Palmas-TO, 2008.....	82
33	Tabela 33 – Estimativas da Função de Distribuição Empírica de Turnbull sem Votos de Protesto para os Domicílios Não Conectados à Rede de Esgotamento Sanitário, Palmas-TO, 2008.....	83
34	Tabela 34 – Estimativas da Função de Distribuição Empírica de Turnbull sem Votos de Protesto para os Domicílios Conectados à Rede de Esgotamento Sanitário, Palmas-TO, 2008.....	84
35	Tabela 35 – Estimativas da DAP Mediana e Média a partir do Estimador de Turnbull, Palmas-TO, 2008.....	84
36	Tabela 36 – Valores Agregados da Disposição a Pagar Média pelos Serviços de Saneamento Obtidos das Estimativas dos Modelos Paramétrico, Semi-paramétrico e Não-Paramétrico, Palmas-TO, 2008.....	85
37	Tabela 37 – Valores Agregados da Disposição a Pagar Mediana pelos Serviços de Saneamento Obtidos das Estimativas dos Modelos Paramétrico, e Não-Paramétrico, Palmas-TO, 2008.....	86
38	Tabela 38 – Investimentos Realizados em Saneamento Básico no Município de Palmas-TO. (Em Reais).....	86

LISTA DE QUADROS

	p.
1 Quadro 1 – Relações entre DAR e DAP com VC e VE.....	28
2 Quadro 2 – Vantagens e desvantagens das formas de eliciação do MAC.....	31
3 Quadro 3 – Variáveis Explicativas e Sinal Esperado que Explicam a DAP....	38

LISTA DE FIGURAS

	p.
1	Figura 1 – Provisão de um Bem na Presença de Externalidades..... 12
2	Figura 2 – Função de Utilidade com Métrica Monetária..... 20
3	Figura 3 – Variação Equivalente..... 21
4	Figura 4 – Variação Compensatória..... 22
5	Figura 5 – Excedente do Consumidor, VC e VE..... 24
6	Figura 6 – Média e Mediana da DAP através da Função Logística de Distribuição de Probabilidade Acumulada..... 35
7	Figura 7 – Comparação dos Níveis de Certeza de Respostas “Sim” e “Não”..... 64
8	Figura 8 – Função de Densidade da DAP Obtido pelo Modelo Logit Excluindo os Votos de Protesto..... 69
9	Figura 9 – Função de Densidade da DAP obtida pelo Modelo Logit, (a) Domicílios Não Conectados e (b) Conectados a Rede de Esgotamento Sanitário, Sem os Votos de Protesto..... 73
10	Figura 10 – Função de Densidade da DAP Obtido pelo Estimador EKS Excluindo os Votos de Protesto..... 78
11	Figura 11 – Função de Densidade da DAP obtido pelo EKS, (a) Domicílios Não Conectados e (b) Domicílios Conectados a Rede de Esgotamento Sanitário, Sem os Votos de Protesto..... 81

RESUMO

PAIXÃO, Adriano Nascimento da, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2008. **Avaliação contingente de serviços de saneamento básico em Palmas-TO**. Orientador: Wilson da Cruz Vieira. Co-orientadores: João Eustáquio de Lima e Walter Belluzzo Junior.

Os serviços de saneamento básico exercem um papel importante no bem-estar da população, pois a falta de abastecimento de água e esgotamento sanitário contribui de forma negativa para a saúde das pessoas, meio ambiente e ainda aumenta os gastos públicos. O objetivo principal deste trabalho foi estimar a disposição a pagar (DAP) por melhorias nos serviços de saneamento básico na cidade de Palmas-TO e identificar quais os fatores que afetam essa disposição. Especificamente, buscou-se: estimar a DAP utilizando os modelos tradicionais de escolha binária, assim como, modelos semi-paramétricos e não-paramétricos; comparar os valores da DAP estimados pelos métodos; e comparar os resultados obtidos da disposição agregada com o valor do investimento feito no setor de saneamento na cidade de Palmas-TO. A estimação da disposição a pagar por melhorias do serviço de saneamento básico foi obtida pelo método de avaliação contingente através da abordagem de Hanemann (1984) com a forma de eliciação fechada (*close-ended*). Os resultados econométricos obtidos mostraram que os votos de protesto prejudicaram as estimativas da DAP, visto que, diminuíram a precisão das mesmas em todos os modelos estimados. Portanto, os modelos que excluíram os votos de protesto apresentaram os melhores resultados. A disposição a pagar média pela cesta de serviços de saneamento básico foi estimada em R\$23,08 pelo modelo logit, em R\$19,94 pelo modelo semi-paramétrico e em R\$22,48 pelo modelo não-paramétrico. Logo, a medida mais conservadora para a disposição a pagar foi obtida pelo modelo semi-paramétrico. As variáveis que afetaram a probabilidade do indivíduo aceitar pagar alguma quantia a mais pelo bem em questão foram a renda familiar e o nível de escolaridade (positivamente) e o valor do lance oferecido (negativamente), o que leva a crer que o serviço de

saneamento básico pode ser considerado um bem normal e comum. A partir da agregação da disposição a pagar média estimada, o ganho de bem-estar associado à melhoria na quantidade/qualidade do serviço de saneamento básico varia entre R\$ 8.386.046,16 e R\$ 9.706.617,12. Esses valores estimados foram menores que o total investido no setor nos últimos anos que foi de R\$ 74.079.081,89. Assim, a DAP agregada indica que a capacidade de pagamento das pessoas é inferior ao total investido no setor, e com isso, pode-se inferir que elevados investimentos poderão ser realizados na área de infra-estrutura, principalmente na coleta e tratamento de esgotos para que uma maior parcela da população tenha acesso a estes serviços. Portanto, os benefícios diretos advindos da disposição a pagar dos usuários desses serviços e os custos evitados com a poluição hídrica e as doenças de veiculação hídrica, redutíveis através da implantação de projetos, dessa natureza, são suficientemente fortes a ponto de garantir a viabilidade econômica e social.

ABSTRACT

PAIXÃO, Adriano Nascimento da, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, november, 2008. **Contingent valuation of services of basic sanitation in Palmas-TO**. Adviser: Wilson da Cruz Vieira. Co-Advisers: João Eustáquio de Lima and Walter Belluzzo Junior.

The services of basic sanitation have crucial importance in relation to population welfare because the absence of this kind of services contribute negatively to population healthy, environment and have some impacts on the government budget. The main aim of this thesis is to estimate the willingness to pay relative to the improvement of basic sanitation (WTP) in Palmas-TO and identify which factors are related to disposition. Specifically, it is also aimed: estimate the WTP using traditional models of binary choice and, as well, semi and non-parametric models; compare the WTP values estimated by these different methods and comparing the aggregate results with the value of the investment has done in basic sanitation in Palmas City. The estimation of the willingness to pay for improvement in basic sanitation was obtained by the valuation contingent method according Hanemann approach with elicitation technique which used close-ended questions. The econometric results showed that protest votes affected negatively the estimates of WTP because there was a reduction of the precision of the results related to them. Thus, the models which did not consider the protest votes showed better results. The average willingness-to-pay basket of services related to basic sanitation was estimated in R\$ 23.08 by the logit model, in R\$ 19.94 by the semi-parametric model and R\$22.48 by the non-parametric model. The measure more conservative of willingness-to-pay was obtained by the semi-parametric model. The variables which affected the probability of the person in paying a value for improving his welfare were household income and scholarship level(positively) and bid value(negatively). This implies that service of basic sanitation could be considered a normal and ordinary good. Summing the average willingness to pay estimated, the welfare improvement related to increase of quality and quantity of sewage service is R\$ 8,386,046.16 to R\$ 9,706,617.12. This estimated values were less than the total invested in this sector in the period 1996-2006, which was R\$ 74,079,081.89. The aggregate WTP

indicates that payment capacity of the people is lower to total investment and, from the results, it could be inferred that is necessary make heavy investments in infrastructure area, mainly, in collecting and sewage treatment and, this way, improving the access the people to this services. Thus, the direct benefits from the willingness-to-pay of the users of this service and the costs avoided with expand of sewage treatment service are enough to guarantee the economic viability.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Considerações Iniciais

Um dos maiores problemas enfrentados, atualmente, pelos gestores de políticas públicas, nos centros urbanos diz respeito à provisão de serviços de saneamento básico. Nos últimos 30 anos, a cobertura dos serviços de saneamento básico no país cresceu de forma relativamente lenta. No tocante a oferta de água tratada houve um aumento considerável para a população, principalmente na zona urbana. Mas, em relação a coleta e tratamento de esgoto sanitário, o problema ainda é muito sério, pois a cobertura não suficiente para acompanhar o crescimento da população.

O serviço de abastecimento de água, por exemplo, passou de 60,5% da população em 1970, para quase 90% no ano 2000, representando uma taxa de crescimento de 1,33% a.a. (ver Tabela 1)

O serviço de esgotamento sanitário apresentou uma taxa de crescimento mais elevada (3,14% a.a.) comparada ao serviço de abastecimento de água, porém, sua cobertura ainda é bem inferior. O Brasil ainda mostra um resultado modesto no que se refere ao esgotamento sanitário, principalmente nas áreas rurais, como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 – Percentual de Cobertura do Saneamento Básico no Brasil, 1970-2000

	1970	1980	1990	2000
Serviço de água tratada				
Urbano	60,5	70,9	86,3	89,8
Rural	2,6	5,1	9,3	18,1
Esgotamento sanitário				
Urbano – rede	22,2	37,0	47,9	56,0
Urbano – fossa séptica	25,3	23,0	20,9	16,0
Rural – rede	0,5	1,4	3,7	3,3
Rural – fossa séptica	3,2	7,2	14,4	9,6

Fonte: IBGE – Censos Demográficos de 1970, 1980, 1990 e 2000.

Segundo Mendonça e Seroa da Motta (2005), este alto índice de cobertura de abastecimento de água tratada do Brasil, destaca-o em relação a vários países da América Latina e o assemelha aos países com alto índice de desenvolvimento humano como Coréia do Sul (92%) e Cuba (91%). Na coleta de esgoto, no entanto, o Brasil possui uma taxa de atendimento de 75%, inferior à do Paraguai (80%) e do México (79%) (PNUD-RDH, 2006).

Mendonça e Seroa da Motta (2005) afirmam que os serviços de saneamento básico são essenciais à vida, pois exercem um forte impacto sobre a saúde da população e o meio ambiente. Essa relação entre saúde e saneamento é evidente, pois a ineficiência dos serviços de saneamento ocasiona incidência de várias doenças de veiculação hídrica, sendo as principais: cólera, infecções gastrointestinais, amebíase, esquistossomose, entre outras. Alguns estudos, nessa área, apontam que o aumento da cobertura dos serviços de saneamento básico têm reduzido, de forma significativa, as ocorrências destas doenças.

Na prática, os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário vêm sendo tratados como bens públicos¹ no Brasil. Este tratamento causa algumas distorções com relação à sua provisão. Do lado puramente mercadológico, verifica-se uma desoneração do usuário, no pagamento por este serviço. Como resultado, tem-se que o nível de serviços que o usuário deseja obter é maior do nível que ele

¹ Bens públicos puros são bens que apresentam duas características: não excludente e não rival no consumo. Um bem não excludente se refere ao fato de não poder excluir um indivíduo de consumir um bem mesmo que ele não tenha pago nada por este bem. Já a não rivalidade implica que uma vez que o bem está disponível, o custo marginal de sua provisão é nulo ou muito baixo.

está disposto a pagar e, em geral, há subprovisão deste serviço (CARRERA-FERNANDEZ e MENEZES, 2000). Outro ponto importante no que se refere aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário é a dificuldade de definir preços privados para a água, porque seus mananciais se constituem bens públicos, existindo componentes sociais envolvidos, com características de monopólio natural (ROSA *et al.*, 2003).

Essa característica de monopólio natural faz com que os serviços de abastecimento de água e esgotamento sejam ofertados por empresas públicas (estaduais ou municipais) ou por empresas privadas regulamentadas pelo Estado. O que pode caracterizar esses serviços como um caso clássico de bem público. (ROSA *et al.*, 2003).

Se, por um lado, a oferta destes serviços é computada pelos usuários como um ganho, afetando diretamente a condição de vida e, conseqüentemente, seu bem-estar; por outro lado, esta oferta também contribui para que o Estado reduza seus gastos públicos com saúde, caracterizando, assim, uma externalidade positiva. As externalidades positivas ligadas a maior oferta de água tratada e esgotamento sanitário seriam caracterizadas por uma melhor qualidade de vida da população atingida.

Para melhor caracterizar o problema do saneamento básico no Brasil foi realizada uma breve análise dos dados da Pesquisa Nacional, por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2005. Criou-se um indicador, com base no trabalho de MENDONÇA *et al.* (2003), de forma a reunir em uma só estatística a cobertura de abastecimento de água, o esgotamento sanitário e a coleta de lixo. Quando o domicílio é conectado à rede geral de distribuição de água, ele é considerado plenamente atendido no que se refere à água. Para o esgotamento sanitário, se o domicílio for conectado à rede de coleta de esgotos ou possuir fossa séptica, assume-se que ele é atendido plenamente pelo serviço de esgotamento sanitário. No tocante a coleta de lixo, verificou-se se o domicílio possui alguma forma de coleta: direta ou indireta.

Esse indicador está definido da seguinte forma: se o domicílio não possui nenhum dos serviços citados anteriormente, o indicador assume o valor 0; se o domicílio é atendido por pelo menos um dos serviços, assume o valor 1; se o domicílio é atendido por pelo menos dois, esse indicador assume o valor 2; e, por

fim, se o domicílio é atendido de forma plena, pelos três serviços, o indicador assume o valor 3. Assim, as Tabelas 2 e 3 mostram o panorama do setor de saneamento no Brasil, com base nesse indicador a partir da PNAD, do ano de 2005.

A partir dos dados da tabela 2, nota-se que as regiões mais ricas do país possuem maior número de domicílios plenamente atendidos pelo serviço de saneamento básico. As regiões Sul e Sudeste possuem um percentual maior que a média brasileira, de 63,48%. A região Centro-oeste é a região com o menor percentual de residências atendidas plenamente pelos serviços de saneamento, seguidas pelas regiões Nordeste e Norte.

Tabela 2 - Indicador de Saneamento no Brasil e Regiões em Percentual, 2005

Índice de Saneamento	Nordeste	Norte	Sul	Sudeste	Centro-oeste	Brasil
0	14,23	13,23	0,70	1,17	2,15	6,57
1	11,28	14,11	6,12	4,83	10,27	8,70
2	26,92	24,14	16,13	10,21	40,33	21,25
3	47,56	48,53	77,05	83,79	47,26	63,48

Fonte: Elaboração própria a partir da PNAD 2005.

Outra importante informação que se pode obter da amostra é a relação positiva e direta, entre nível de saneamento e renda. A renda média mensal de um domicílio plenamente atendido pelo serviço de saneamento é 3,8 vezes maior que a média, do rendimento daqueles desprovidos, de qualquer tipo, do referido serviço (Tabela 3).

Tabela 3 – Índice de Saneamento e Rendimento Mensal Médio Domiciliar no Brasil, 2005

Índice de Saneamento	Rendimento mensal médio familiar (em R\$)
0	486,56
1	686,24
2	963,52
3	1.866,84

Fonte: Elaboração própria a partir da PNAD 2005.

1.2. O problema e sua importância

Esta análise pode ser mais detalhada, considerando cada estado da federação. Como foi visto anteriormente, as regiões Nordeste e Norte apresentam os piores indicadores de saneamento básico. Na Tabela 4, pode-se observar, de forma mais ampla, a situação do saneamento básico na região Norte do país.

Tabela 4 – Cobertura do Saneamento Básico na Região Norte e Brasil, 2005

Unidade da Federação	Serviços de água	Esgotamento sanitário	
	Tratada	Rede geral	Fossa séptica
Acre	50,2%	19,2%	29,1%
Amapá	90,8%	0,9%	56,8%
Amazonas	80,4%	2,2%	53,9%
Pará	60,7%	3,7%	57,4%
Rondônia	86,1%	1,7%	48,3%
Roraima	80,2%	9,6%	66,4%
Tocantins	76,7%	6,3%	21,7%
Região Norte	69,6%	4,0%	51,8%
Brasil	88,4%	48,4%	22,0%

Fonte: Elaboração própria a partir da PNAD 2005.

No tocante à água tratada, os estados do Amapá, Rondônia e Amazonas apresentam os maiores índices de cobertura, e o pior índice é apresentado pelo estado de Pará.

Em relação ao esgotamento sanitário, a informação da tabela 4 está desagregada em domicílios ligados à rede geral e domicílios que possuem fossa séptica. Em relação à rede geral, os estados do Acre, Roraima e Tocantins são os únicos a apresentar índices maiores que a região Norte. Já no índice de cobertura por fossa séptica, a maioria dos estados possui um índice maior que a média da região, sendo os piores números apresentados por Tocantins e Acre. Assim, de forma agregada, o estado do Tocantins apresenta o pior índice de cobertura para o serviço de esgotamento sanitário.

Ainda com relação ao estado do Tocantins, segundo os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) para o ano de 2006, 85,16% da população é atendida pelo serviço de abastecimento de água.

No que se refere ao esgotamento sanitário, o cenário é bem diferente. Ainda segundo dados do SNIS para o ano de 2006, apenas 9 municípios são atendidos pelo serviço de esgotamento sanitário o que corresponde a 8,9% da população do total estado. (Tabela 5)

Tabela 5 – Municípios que Possuem Cobertura de Rede de Esgotamento Sanitário, Tocantins, 2006

Municípios	Número de ligações
Araguaína	251
Augustinópolis	275
Colinas do Tocantins	1.771
Darcinópolis	40
Guaraí	595
Palmas	20.371
Peixe	415
Porto Nacional	3.495
Talismã	500

Fonte: SNIS, 2006.

Já a capital do estado, Palmas, tem um percentual elevado de cobertura de abastecimento de água, cerca de 95,24% dos domicílios. A rede possuía 1.102 km de extensão. No entanto, a cobertura pelo serviço de esgotamento sanitário cobre 36,92% das residências. A rede de esgotamento sanitário possui uma extensão de 335 km. (SNIS, 2006).

O município de Palmas-TO, é a capital planejada mais nova do País, com apenas 20 anos de criação. No entanto, na sua construção, o saneamento básico não foi prioridade, visto que a taxa de cobertura de esgotamento sanitário em Palmas é bem inferior a outras capitais planejadas como Goiânia-GO (74,0%) e Brasília (92,7%).

Esses dados mostram a grande necessidade de investimentos no setor de saneamento, principalmente em esgotamento sanitário, no Brasil e, em especial, no

estado do Tocantins. De acordo com a legislação vigente², a responsabilidade de investir em saneamento básico é do Estado, sem excluir a participação de investimentos privados. Contudo, tais investimentos por parte do Estado geram custos elevados e, de certa forma, podem ser repassados para a sociedade, na forma de aumento na carga tributária, para a população.

Os dados evidenciam que há grande hiato entre a demanda e a oferta dos serviços de esgotamento sanitário. O fato é que a inexistência de um mercado específico para os bens citados geram ineficiências. Assim, faz-se necessário utilizar uma abordagem mais apropriada para o problema da definição dos preços ao consumidor dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Alguns autores apontam que a defasagem entre oferta e demanda no setor de saneamento básico no Brasil é causada pela atual estrutura tarifária, pois a arrecadação não vem garantindo os recursos necessários para a melhoria e expansão do atual sistema. (CARRERA-FERNANDEZ, 2002 e ROSA *et al.*, 2003)

A literatura econômica sugere que esse problema pode ser resolvido através da estimação da disposição a pagar dos indivíduos pelos referidos bens. Koss e Khawaja (2001) estimaram a disposição a pagar por água tratada nos Estados Unidos. Raje *et al.* (2002) investigaram os determinantes da disposição a pagar pelo serviço de abastecimento de água na Índia. No Brasil, existem alguns trabalhos na área como os de Carrera-Fernandez e Menezes (1999b), que estimaram a disposição a pagar por esgotamento sanitário no estado da Bahia; de Faria (1995) que estimou a disposição a pagar em projetos de melhoria de abastecimento de água para o estado do Espírito Santo; e de Paixão (2002), que estimou a disposição a pagar pelos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário para a cidade de João Pessoa-PB. Todos esses estudos utilizam o método de avaliação contingente para estimar a disposição a pagar, tomando, como pressuposto, que os indivíduos têm certeza sobre a verdadeira disposição a pagar.

A contribuição deste trabalho em relação aos citados no parágrafo anterior reside em dois aspectos. O primeiro aspecto se refere ao fato de proporcionar estimativa de custo-benefício para implantação de melhorias no setor de

²A Lei 11.445, de 05 de janeiro de 2007, estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.

saneamento básico para o município de Palmas-TO, o que não foi feito nos trabalhos citados. O segundo aspecto consiste numa inovação metodológica, ao se utilizar de modelos econométricos mais flexíveis, quanto à forma, para o cálculo da disposição a pagar que, certamente, proporcionará resultados mais confiáveis.

Desse modo, este trabalho fornece resultados para os gestores de política pública, como informações sobre a disposição a pagar da sociedade em relação aos serviços de saneamento básico³, tomando como base a cidade de Palmas, no estado do Tocantins.

1.3. Hipótese

A hipótese a ser testada neste trabalho é que a disposição a pagar dos indivíduos não consegue garantir os recursos necessários para financiar a melhoria e expansão do atual serviço de abastecimento de água e esgotamento sanitário em Palmas-TO.

1.4. Objetivo Geral

O principal objetivo deste trabalho foi mensurar, em termos monetários, o ganho de bem-estar de uma eventual melhoria\expansão dos serviços de saneamento básico a partir de um estudo para a cidade de Palmas-TO.

1.5. Objetivos Específicos

- a) Estimar a disposição a pagar (DAP) pelos serviços de saneamento básico utilizando os modelos tradicionais de escolha binária e técnicas mais flexíveis, tais como modelos semi-paramétricos e não-paramétricos;

³ Entende-se como saneamento básico neste trabalho os serviços de abastecimento de água (captação, estocagem e distribuição), coleta e tratamento de esgotamento sanitário.

- b) Comparar as estimativas do valor da DAP obtidos pelos métodos de estimação indicados no objetivo específico (a), com o intuito de determinar qual deles fornece uma maior confiabilidade sobre as estimativas geradas;
- c) Identificar quais são as variáveis que afetam a DAP;
- d) Estimar a disposição a pagar agregada a partir da agregação da disposição a pagar média dos indivíduos; e
- e) Comparar os valores da disposição agregada com o valor do investimento realizado no setor de saneamento na cidade de Palmas-TO.

1.6. Estrutura da Tese

Esta tese está dividida em mais quatro capítulos, além desta introdução. No capítulo dois é apresentado o referencial teórico. O capítulo três apresenta o modelo analítico, detalhando o método de avaliação contingente, formas de estimação, informações sobre a amostra e o desenho da pesquisa. No capítulo quatro apresentam-se e discutem-se os resultados encontrados. Por fim, o quinto capítulo faz uma síntese das conclusões deste trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Benefícios resultantes de ações de políticas públicas que afetam bens e serviços podem ser avaliados diretamente no mercado, através dos vários agentes econômicos frente às variações nos preços e quantidades. No entanto, ao se tratar de bens com mérito social, que não são transacionados no mercado, variações de preços e quantidades, em geral, não são observadas. É aí que surge a necessidade de estabelecer novos métodos para avaliar os benefícios advindos de ações públicas.

2.1. Externalidades

Em determinadas situações que envolvem o mercado, as ações de um agente podem afetar diretamente outros agentes. O conceito de externalidades caracteriza essas ações. Tais efeitos externos (ao mercado) podem ocorrer a partir do consumo (externalidades no consumo) ou no ato da produção de um bem ou serviço (externalidades na produção). Quando acarretam em benefícios externos, diz-se que a externalidade é positiva; sendo negativa quando resulta em prejuízos externos. (Varian,1992).

A falta de saneamento básico gera fortes externalidades negativas, que, por sua vez, geram vários problemas para a saúde das pessoas e sérios danos ao meio-ambiente.

Segundo Baumol e Oates (1998), uma ação é caracterizada como externalidade quando duas condições são observadas.

Condição 1: As funções de consumo ou de produção de um agente incluem variáveis reais (ou seja, não monetárias), cujo controle pertence a outros agentes; e

Condição 2: As decisões de mercado que afetam os níveis de utilidade ou de produção dos demais agentes não são transacionadas no mercado competitivo, isto é, essas ações não resultam em nenhuma compensação econômica.

Um exemplo de externalidade negativa seria o caso onde uma família que lança o seu esgoto em um rio, no entanto há uma empresa que utiliza a água desse rio como matéria-prima na sua produção. Esse exemplo caracteriza as duas condições da definição caracterizada por Baumol e Oates (1998).

VARIAN (1992) chamou a atenção para o fato de que, na presença de externalidades, o Primeiro Teorema da Economia do Bem-Estar não se cumpre⁴. Isso implica que a solução de mercado para situações que envolvem externalidades não é eficiente. Essa eficiência só é alcançada quando todos os agentes pagam corretamente por suas ações.

A Figura 1 ilustra uma situação em que ocorre uma externalidade positiva. O benefício marginal líquido social é representado pela curva $BMgL$. A curva $BMgL_e$ representa o mesmo benefício, só que considera o benefício líquido social gerado pela externalidade⁵. A curva CMg representa o custo marginal na produção do bem. O equilíbrio de mercado ocorreria no ponto **A**, abaixo do ponto ótimo, representado pelo ponto **B**. Isso ocorre porque o mercado não é capaz de captar os benefícios (ou custos) gerados pelas externalidades. Note que, no caso de uma externalidade negativa, o equilíbrio de mercado se daria acima da provisão ótima.

⁴ O Primeiro Teorema da Economia do Bem-Estar postula que se x, p é um equilíbrio walrasiano, x é eficiente no sentido de Pareto. O Segundo Teorema do Bem-Estar postula que, sendo as preferências convexas, contínuas e monótonas, uma alocação eficiente de Pareto sempre é um equilíbrio para algum conjunto de preços. Na presença de externalidades, o equilíbrio competitivo não é ótimo no sentido de Pareto.

⁵ A inclinação dessas curvas obedece ao princípio da utilidade marginal decrescente.

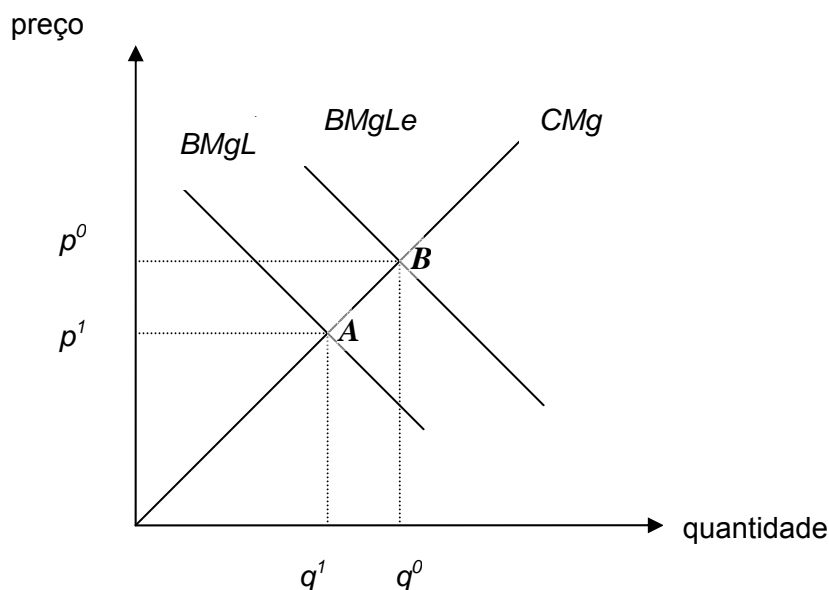


Figura 1—Provisão de um bem na presença de externalidades

Fonte: Adaptado de Baumol e Oates (1998).

Segundo Pearce e Turner (1990), quando se trata de questões ambientais, a definição de externalidades (em especial as provocadas pela poluição) não depende apenas de seu efeito físico sobre o meio ambiente, mas também da reação humana.

A falta de saneamento básico gera fortes externalidades negativas a população, visto que, as pessoas ficam sujeitas a contaminação por diversas doenças. Mendonça e Seroa da Motta (2005) e Alves e Belluzzo Jr. (2004) apontam que a falta de saneamento básico é um dos principais fatores explicativos da mortalidade infantil. A precariedade dos serviços de saneamento básico ainda tem impacto negativo sobre o meio ambiente, devido à contaminação de rios e lagos.

2.2. Bens Públicos⁶

Um bem qualquer é considerado bem público puro quando possui duas características básicas: não rivalidade e não exclusividade no consumo. Um bem é não exclusivo quando, uma vez ofertado o bem, não se pode impedir o consumo ou

⁶ Esta seção está fundamentada em Varian (1992).

acesso de nenhum indivíduo. A não rivalidade implica que o consumo de um indivíduo não reduz a quantidade disponível do bem para os demais indivíduos. Isto ocorre porque o custo marginal de se produzir para um consumidor adicional é zero. Casos intermediários de bens públicos são caracterizados por possuírem apenas uma das duas propriedades expostas anteriormente e são conhecidos como bens quase-públicos⁷.

A provisão de bens públicos envolve certas particularidades que a diferencia da provisão de bens privados. O simples funcionamento do mercado não garante uma provisão eficiente de bens públicos, como ocorre normalmente com os bens privados.

2.2.1. Provisão Eficiente de um Bem Público

Para se chegar a uma regra de provisão eficiente para bens públicos, considere uma economia com dois agentes e dois bens: um público e outro privado. Dadas as dotações iniciais, w_i ($i=1,2$), cada indivíduo deve decidir quanto irá destinar da mesma para o seu consumo privado, x_i , e quanto irá destinar para o financiamento do bem público, g_i . Para simplificar a análise, admita que essa economia só pode dispor de uma quantidade discreta do bem público, sendo 0 ou 1. A utilidade de cada indivíduo é uma função crescente da quantidade total do bem público na economia e da quantidade individual do bem privado. Tomando $G=g_1+g_2$, a utilidade do agente i pode ser escrita como $U_i(G,x_i)$. Sendo c o custo de oferecimento de uma unidade de bem público, a oferta desse bem é dada por:

$$G = \begin{cases} 1 & \text{se } g_1 + g_2 \geq c \\ 0 & \text{se } g_1 + g_2 < c \end{cases}, \quad (1)$$

ou seja, só haverá provisão do bem público se $g_1 + g_2 \geq c$. Logo,

$$U_i(1, w_i - g_i) > U_i(0, w_i). \quad (2)$$

⁷ A definição de bens quase públicos não é absoluta, visto que pode variar com as condições de uso, com o estado da tecnologia e com as características de mercado do referido bem.

Adotando r_i como o preço de reserva do agente i para ter acesso ao bem público, tem-se:

$$U_i(1, w_i - r_i) = U_i(0, w_i). \quad (3)$$

Juntando as expressões (2) e (3) obtém-se:

$$U_i(1, w_i - g_i) > U_i(0, w_i) = U_i(1, w_i - r_i). \quad (4)$$

Como a função de utilidade é, por hipótese, estritamente crescente em relação a ambos os bens, tem-se:

$$w_i - g_i > w_i - r_i. \quad (5)$$

Somando as condições dos dois indivíduos descritas em (5), chega-se a:

$$\begin{aligned} (w_1 - g_1) + (w_2 - g_2) &> (w_1 - r_1) + (w_2 - r_2) \\ r_1 + r_2 &> g_1 + g_2 \geq c \\ r_1 + r_2 &> c, \end{aligned} \quad (6)$$

ou seja, a soma das disposições máximas dos agentes em ter acesso ao bem público deve ser maior do que o custo em provê-lo.

Tomando o caso onde o bem público é contínuo, o problema da provisão desse bem pode ser descrito da seguinte maneira:

$$\max_{x_1, x_2, G} \alpha_1 U_1(g_1 + g_2, x_1) + \alpha_2 U_2(g_1 + g_2, x_2)$$

$$\text{s. a. } x_1 + x_2 + c(G) = w_1 + w_2,$$

cuja a função de Lagrange é:

$$\begin{aligned} L = \max_{x_1, x_2, G} & \alpha_1 U_1(g_1 + g_2, x_1) + \alpha_2 U_2(g_1 + g_2, x_2) \\ & - \lambda [x_1 + x_2 + c(G) - w_1 - w_2], \end{aligned} \quad (7)$$

onde α_i é a ponderação das utilidades e $c(G)$ é o custo de provisão do bem público.

As condições de primeira-ordem são:

$$\begin{aligned} \alpha_1 \frac{\partial U_1}{\partial x_1} - \lambda &= 0 \\ \alpha_2 \frac{\partial U_2}{\partial x_2} - \lambda &= 0 \\ \alpha_1 \frac{\partial U_1}{\partial G} + \alpha_2 \frac{\partial U_2}{\partial G} - \lambda \frac{dc(G)}{dG} &= 0. \end{aligned} \quad (8)$$

A partir dessas condições, pode-se mostrar que:

$$\frac{\frac{\partial U_1(G, x_1)}{\partial G}}{\frac{\partial U_1(G, x_1)}{\partial x_1}} + \frac{\frac{\partial U_2(G, x_2)}{\partial G}}{\frac{\partial U_2(G, x_2)}{\partial x_2}} = \frac{dc(G)}{dG} \text{ ou seja,} \quad (9)$$

$$\text{TMS}_1 + \text{TMS}_2 = \text{CMg}$$

Observe que cada um dos termos do lado esquerdo da equação (9) corresponde à definição de taxa marginal de substituição (TMS) e o lado direito corresponde ao custo marginal (CMg), isto é, a quantidade ótima do bem público é a que faz com que a soma das taxas marginais de substituição dos agentes seja igual ao custo marginal da provisão.

2.2.2 Provisão Privada de um Bem Público: O Caso Contínuo

A provisão privada ocorre quando cada agente escolhe individualmente o quanto de sua dotação será destinado para o financiamento do bem público. Cada um deles deve levar em conta a decisão do outro. Supondo que o indivíduo 1 pense que o indivíduo 2 irá destinar g_2 para o financiamento do bem público, o problema do indivíduo 1 consiste em:

$$\max_{g_1} U_1[g_1 + g_2, w_1 - c(g_1)] \quad (10)$$

$$s.a. \quad g_1 \geq 0.$$

A condição de primeira-ordem de Kuhn-Tucker é:

$$\frac{\partial U_1}{\partial G} - \frac{\partial U_1}{\partial x_1} \frac{dc(g_1)}{dg_1} \leq 0. \quad (11)$$

Rearranjando a equação (11), tem-se:

$$\frac{\frac{\partial U_1(G, x_1)}{\partial G}}{\frac{\partial U_1(G, x_1)}{\partial x_1}} \leq \frac{dc(g_1)}{dg_1}. \quad (12)$$

O resultado é similar para o indivíduo 2.

De acordo com a expressão (12), o agente i contribuirá para o financiamento do bem público até que a sua taxa marginal de substituição seja, no limite, igual ao seu custo marginal. Sendo a taxa marginal de substituição menor que o custo marginal, o agente não mais contribuirá para ter acesso ao bem público (VARIAN, 1992). O equilíbrio de Nash pode ser descrito como:

$$\frac{\frac{\partial U_1(G^*, x_1^*)}{\partial G^*}}{\frac{\partial U_1(G^*, x_1^*)}{\partial x_1}} \leq \frac{dc(g_1)}{dg_1} \quad \text{e} \quad \frac{\frac{\partial U_2(G^*, x_2^*)}{\partial G^*}}{\frac{\partial U_2(G^*, x_2^*)}{\partial x_2}} \leq \frac{dc(g_2)}{dg_2}, \quad (13)$$

onde, o asterisco indica um determinado nível fixo. No caso de uma quantidade positiva do bem público, uma dessas desigualdades (ou ambas) é uma igualdade.

Comparando as equações (9) e (13) chega-se a uma importante conclusão. Partindo desta última, nota-se que a solução de mercado ocorre quando a taxa marginal de substituição de cada agente é igual ao custo marginal do bem público. De acordo com a equação (9), a provisão eficiente do bem público ocorre quando a soma das taxas marginais de substituição de todos os agentes é igual ao custo marginal desse bem. Nota-se que a provisão privada do bem público não garante que todos contribuirão para o financiamento deste. Sabendo que outros agentes poderão financiar o bem público e que, uma vez ofertado, não se pode impedir seu consumo, alguns podem ser estimulados a não financiar, haja vista que mesmo assim poderão usufruir desse bem. Este problema é conhecido na literatura econômica como o problema do “carona”.

2.3. Decomposição do Valor Econômico de Bens não Privados

Dado que o mercado não é capaz de tratar de forma eficiente bens públicos e bens que exibem externalidades, o resultado imediato é que os preços de mercado desses bens não refletem seus verdadeiros valores econômicos. Como conseqüência, esse valor econômico não é observável, estando relacionado a outros atributos, associados ou não, ao uso direto ou indireto desses bens.

Segundo Seroa da Motta (1998), o Valor Econômico Total (VET) desses bens está dividido em Valor de Uso (VU) e Valor de Não-Uso (VNU). O valor de uso, por sua vez, pode ser subdividido em:

- i) Valor de Uso Direto (VUD) – refere-se ao uso direto, imediato, dos ativos ambientais, tais como extração, caça, pesca, visitação, recreação, atividades relacionadas com a produção de outros bens etc.;
- ii) Valor de Uso Indireto (VUI) – está relacionado com os ganhos advindos de funções sistêmicas, tais como a proteção do solo e a estabilidade climática, ambos relacionados com a preservação florestal, proteção de bacias hidrográficas, entre outros; e
- iii) Valor de Opção (VO) – refere-se aos benefícios oriundos do uso, direto ou indireto, futuro dos ativos ambientais. Benefícios gerados a partir do uso e conservação dos recursos hídricos disponíveis para as gerações futuras são exemplos de valor de opção.

O valor de não-uso representa o valor de existência (ou valor intrínseco) do bem. Essa parcela do valor é difícil de ser conceituada e está relacionada, normalmente, a fatores culturais, morais, religiosos, éticos, bem como ao comportamento altruísta ligado à existência e/ou preservação. Ou seja, o valor de existência é uma espécie de “valor de estimação”.

Segundo Seroa da Motta (1998), há controvérsias envolvendo o conceito de valor de existência, uma vez que ele também pode representar o desejo das gerações atuais de que as futuras desfrutem de certos recursos naturais, podendo assim ser confundido com o valor de opção. Entretanto, esse autor afirma que o problema, da forma como foi exposto acima, é apenas uma questão de conceituação. Segundo ele, “o que importa para o desafio da valoração é admitir que os indivíduos possam assimilar valores independentemente do uso que eles fazem hoje ou pretendem fazer amanhã”

Dessa forma, o valor econômico total de um bem que envolve externalidades pode ser expresso como:

$$VET = VU + VNU$$

$$VET = (VUD + VUI + VO) + VNU$$

A captação de cada um desses componentes não é tarefa simples. Em alguns casos, um componente do valor pode excluir o outro. Considerando, por exemplo, o possível uso de uma área florestal qualquer, o uso direto dessa área para a agricultura exclui seu uso para conservação da floresta original. Essa dificuldade tende a aumentar quando se trata de valores de não uso (em relação aos valores de uso). Dentro dos valores de uso, a dificuldade é maior para os valores indiretos e de opção (Seroa da Motta, 1998).

2.4. Medidas de Bem-estar⁸

A valoração de bens públicos nada mais é que a mensuração de benefícios decorrentes da provisão desses bens, sendo esses benefícios captados através de medidas de bem-estar. As próximas seções apresentam os conceitos de medidas de bem-estar mais difundidas na teoria econômica.

2.4.1. Excedente do Consumidor Marshalliano

O Excedente do Consumidor marshalliano (EC) é uma das medidas clássicas do nível de bem-estar dos consumidores. A variação no preço afeta a quantidade consumida do bem, o que, por sua vez, afeta o nível de utilidade do consumidor.

Pode-se definir o excedente do consumidor pela diferença entre o preço que o consumidor está disposto a pagar (r_i) por uma unidade específica do bem em questão e o preço (p) que é pago efetivamente pelo referido bem, que, no caso de n consumidores ($i=1,2,\dots,n$), pode ser expresso por:

$$EC = r_1 - p + r_2 - p + \dots + r_n - p = r_1 + \dots + r_n - np. \quad (14)$$

⁸ Esta seção baseia-se em Varian (1992) e Mas-colell *et al.* (1995).

Porém, neste trabalho, o interesse principal é medir a variação do nível de bem-estar dos consumidores. Logo, não se deseja calcular o excedente do consumidor e sim sua variação.

Algebricamente, sendo $x(p)$ a demanda por algum bem como uma função de seu preço, a variação do excedente do consumidor (ΔEC) pode ser representada pela seguinte expressão:

$$\Delta EC = \int_{p^0}^{p^1} x(t) dt \quad (15)$$

Sabe-se que o excedente do consumidor tem como princípio a ordenação das preferências. No entanto, deseja-se verificar como o consumidor é afetado por uma variação no nível de preço em termos monetários, o que não é possível a partir, pura e simplesmente, de suas preferências.

Há ainda algumas limitações para a utilização do excedente do consumidor marshalliano, a primeira delas é a exigência de que as funções de utilidade sejam homotéticas e quase-lineares. Outro problema acontece quando há alterações em mais de um preço, pois essa medida deixa de ser uma medida adequada de bem-estar⁹.

Porém, existe uma função utilidade que pode ser usada para calcular a variação dos preços sobre o nível de consumo. Essa função é chamada de Função de Utilidade com Métrica Monetária que também é conhecida como Função de Compensação Direta, sendo definida da seguinte forma:

$$\mu(q; p, m) \equiv e(q; v(p, m)), \quad (16)$$

em que $\mu(q; p, m)$ é a função de utilidade com métrica monetária, q e p os vetores de preços e m a renda. Supondo que exista uma determinada cesta de bens x , pode-se perguntar: Quanto dinheiro seria necessário dar para um consumidor aos preços p para que o mesmo esteja tão bem quanto ao vetor de preço q e a renda m ?

A função $\mu(q; p, m)$ se comporta como a função gasto e , em relação a q . Vale salientar que $v(p, m)$ é a função de utilidade indireta com respeito a p e m . A

⁹ Esse problema é conhecido na literatura econômica como *path-dependence problem*.

função de utilidade com métrica monetária fornece a resposta da pergunta feita anteriormente.

Na Figura 2, pode-se visualizar graficamente a representação da função de utilidade com métrica monetária.

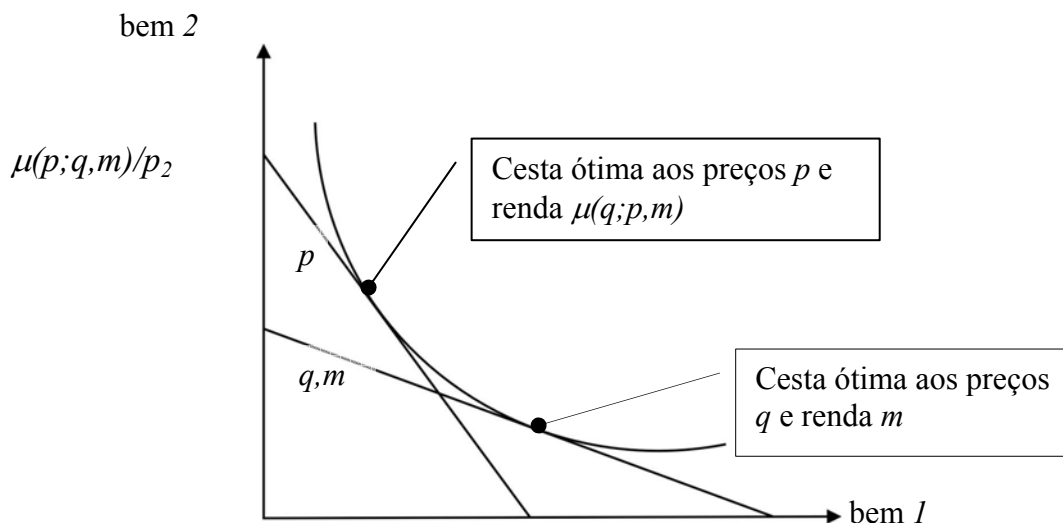


Figura 2 – Função de utilidade com métrica monetária

Fonte: Adaptado de Varian (1992).

A expressão desta medida de utilidade é descrita da seguinte maneira:

$$\mu(q; p^1, m^1) - \mu(q; p^0, m^0). \quad (17)$$

Dependendo do que se queira mensurar, faz-se necessário fixar um índice para se tomar como referência sobre o vetor de preço q . Caso se defina q igual p^0 , trata-se do conceito de variação equivalente. Por outro lado, definindo-se q igual p^1 , tem-se o conceito de variação compensatória. Ao longo de toda esta seção, p^0 estará se referindo a um vetor de preços num momento inicial e p^1 a um vetor de preços em um momento final.

2.4.2. Variação Equivalente

A variação equivalente (VE) mede qual seria o impacto na renda do consumidor se este, dada uma mudança nos preços de p^0 para p^1 , aceitasse uma variação na renda do mesmo patamar, mantendo o consumo no nível de utilidade ao preço p^1 . De outra forma, a VE mede a variação de renda capaz de fazer com que, em não havendo a mudança dos preços, o consumidor permaneça no nível de utilidade alcançado, se tivesse acontecido tal variação.

$$VE = \mu(p^0; p^1, m^1) - \mu(p^0; p^0, m^0). \quad (18)$$

Ou ainda:

$$\mu(p^0; p^0, m^0) \equiv e(p^0; v(p^0, m)) \equiv m^0. \quad (19)$$

Tem-se então que:

$$VE = \mu(p^0; p^1, m^1) - \mu(p^0; p^0, m^0) = \mu(p^0; p^1, m^1) - m^0. \quad (20)$$

Graficamente, a variação equivalente é mostrada pelo deslocamento da reta orçamentária inicial até tangenciar a curva de indiferença representada pela nova cesta de consumo ao preço p^1 . (Figura 3)

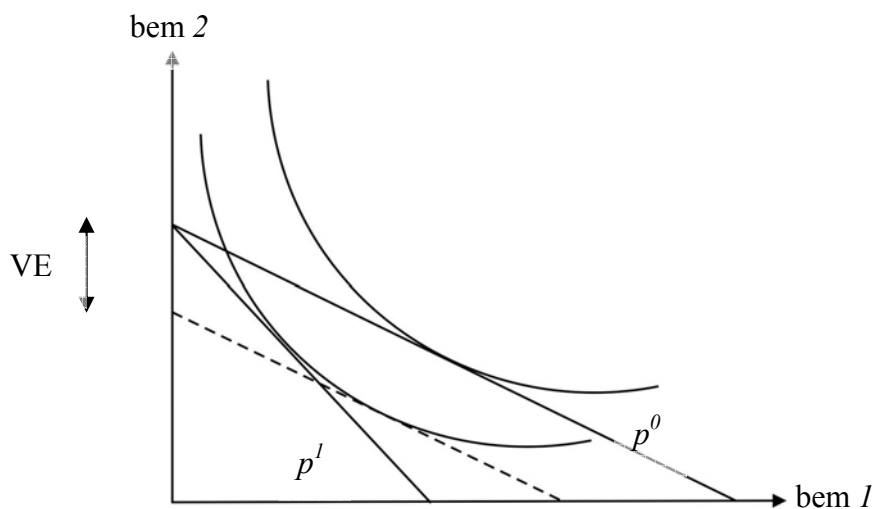


Figura 3 – Variação Equivalente

Fonte: Adaptado de Varian (1992)

2.4.3. Variação Compensatória

A variação compensatória (VC) mede qual a variação de renda necessária para compensar o consumidor caso ocorra uma mudança nos níveis de preços, de p^0 para p^1 , de forma que o consumidor esteja no mesmo nível de utilidade inicial. Outra maneira de entender o conceito de variação compensatória seria perguntar quanto dinheiro teria que ser dado ao consumidor depois da variação de preço para deixá-lo tão bem quanto estava antes dessa variação

$$VC = \mu(p^1; p^1, m^1) - \mu(p^1; p^0, m^0) = m^1 - \mu(p^1; p^0, m^0) \quad (21)$$

Graficamente, a variação compensatória é representada pelo deslocamento para cima da reta orçamentária para fazer com que a mesma tangencie a curva de indiferença que passa pela cesta de consumo inicial. (Figura 4)

Como visto anteriormente, o excedente do consumidor é uma aproximação satisfatória para medir as variações equivalente e compensatória, no caso de funções quase-lineares¹⁰. Pode-se utilizar o conceito de excedente do consumidor para um caso mais geral, com a utilização da identidade da função de utilidade indireta com métrica monetária (μ) com a função gasto (e).

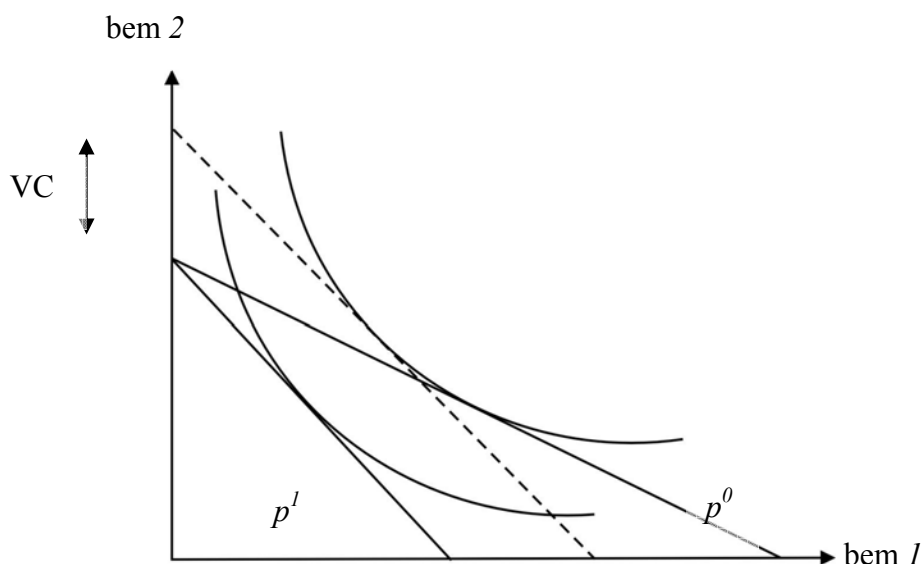


Figura 4 – Variação Compensatória

Fonte: Adaptado de Varian (1992).

¹⁰ Seja uma função definida como: $U(x_1, x_2) = V(x_1) + x_2$. Essa função é definida como uma função quase-linear. A principal característica desse tipo de função é o fato de que a demanda pelo bem 1 (x_1) independe da renda que o consumidor possui para gastar com o bem 2 (x_2).

Sabendo-se que a variação do preço do bem 1 de p^0 para p^1 , e supondo que todos os outros preços sejam fixos e a renda seja fixada em $m = m^0 = m^1$, além do fato que

$$\mu(q; p, m) \equiv e(q; v(p, m)), \quad (22)$$

pode-se reescrever as equações (20) e (21) da seguinte maneira:

$$VE = \mu(p^0; p^1, m) - \mu(p^0; p^0, m) = \mu(p^0; p^1, m) - \mu(p^1; p^1, m), \quad (23)$$

$$VC = \mu(p^1; p^1, m) - \mu(p^1; p^0, m) = \mu(p^0; p^0, m) - \mu(p^1; p^0, m). \quad (24)$$

Definindo:

$$u^0 = (p^0, m), \quad (25)$$

$$u^1 = (p^1, m), \quad (26)$$

E substituindo em μ , pode-se reescrever as equações (23) e (24) em função do gasto (e), ou seja:

$$VE = e(p^0, u^1) - e(p^1, u^1), \quad (27)$$

$$VC = e(p^0, u^0) - e(p^1, u^0). \quad (28)$$

Sabendo que a função demanda hicksiana é a derivada da função gasto (e) com relação a p , ou seja,

$$\frac{\partial e(p, u)}{\partial p_i} = h_i(p, u) \quad (29)$$

Logo,

$$VE = e(p^0, u^1) - e(p^1, u^1) = \int_{p^0}^{p^1} h(p, u^1) dp, \quad (30)$$

$$VC = e(p^0, u^0) - e(p^1, u^0) = \int_{p^0}^{p^1} h(p, u^0) dp, \quad (31)$$

A partir das expressões (30) e (31), verifica-se que a variação equivalente é a integral da curva de demanda hicksiana associada ao nível de utilidade u^1 e a variação compensatória é a integral da curva de demanda hicksiana associada ao

nível de utilidade u^0 . As expressões 30 e 31 estão associadas aos conceitos de variação compensatória e variação equivalente à área abaixo das demandas hicksianas, entre as linhas de preço de p^0 e p^1 , conforme mostra a Figura 5.

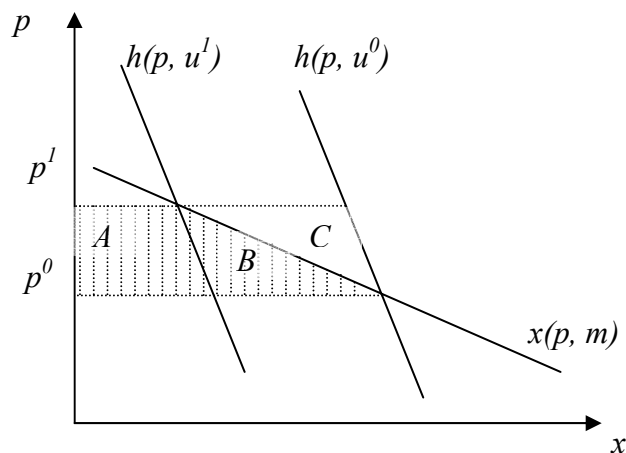


Figura 5 – Excedente do Consumidor, VC e VE

Fonte: Adaptado de Varian (1992).

O excedente do consumidor corresponde às áreas “A” e “B”. A variação equivalente corresponde à área “A” e a variação compensatória, à soma das áreas “A”, “B” e “C”. No caso de um bem normal, observa-se que, considerando um aumento de preços, a variação compensatória é maior que o excedente do consumidor que, por sua vez, é maior que a variação equivalente. No caso de preferências quase-lineares, essas medidas são iguais. Este resultado indica que as variações compensatória e equivalente são os limites inferior e superior do excedente do consumidor.

A utilização da função demanda hicksiana para encontrar o excedente do consumidor leva em consideração o efeito-renda, ou seja, essa função pondera o efeito do referido bem, tornando-a mais inclinada do que a função demanda Marshalliana, no caso de bens normais, o que pode ser observado na equação de Slutsky:

$$\frac{\partial e(p, u)}{\partial p} = \frac{\partial x(p, m)}{\partial p} + \frac{\partial x(p, m)}{\partial m} x(p, m) \quad (32)$$

É importante destacar que só é possível recuperar a função de utilidade com métrica monetária (e, conseqüentemente, a função de utilidade indireta) a partir das demandas marshallianas, uma vez resolvido o problema da integrabilidade¹¹.

A variação equivalente e a variação compensatória são mensuráveis desde que se tenha uma função demanda observável, diferenciável, contínua e que satisfaça a condição para maximização da utilidade.

A próxima seção traz a discussão sobre o modelo de avaliação contingente, tais como origem, sua formalização e ligação com as medidas de bem-estar, formas de operacionalização, problemas do método e suas principais variações.

¹¹ Para maiores detalhes sobre o problema da integrabilidade, ver Mas-colell *et al.* (1995) e Varian (1992).

3. MODELO ANALÍTICO

No intuito de medir o impacto monetário no bem-estar dos consumidores causados pela expansão/melhoria dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, utilizou-se o Método de Avaliação Contingente (MAC).

3.1. Método de Avaliação Contingente

Em linhas gerais, o método de avaliação contingente (MAC) consiste em apresentar um mercado hipotético para os consumidores, através de pesquisa de campo, e fazer com que declarem sua disposição a pagar por um determinado bem. O MAC tem sido amplamente usado para valorar bens públicos, já que os preços desses bens não são determinados pelo mercado. O trabalho pioneiro foi o de Davis, na década de 60, sobre a valoração de áreas de recreação nos Estados Unidos (MITCHELL e CARSON, 1989). Porém, foi a partir da formulação teórica de Hanemann (1984), através de um modelo de maximização de utilidade, que o MAC ganhou sustentação metodológica mais sólida. Com essa formulação teórica, foi possível medir os impactos sobre a variação do bem-estar dos indivíduos.

A principal razão da escolha do MAC, neste trabalho, reside no fato de o método captar os valores de uso (direto, indireto e opção) e os valores de não uso, além de ser uma das abordagens mais utilizadas na valoração de bens públicos, principalmente, ativos ambientais. Em linhas gerais, o MAC consiste na utilização de pesquisas amostrais para a obtenção do valor dos bens públicos ou bens que não

apresentem sinais de mercado que possibilitem a aplicação de métodos convencionais, baseados na análise da demanda. Como não há mercado, cria-se um hipotético, num processo de entrevista pessoal, chamando o cidadão a declarar ou indicar sua disposição a pagar pelo bem nesse mercado. Desse modo, o valor obtido é contingente ao mercado hipotético apresentado ao indivíduo, daí a denominação do método.

Dadas as suas características, o método de avaliação contingente é um dos métodos mais utilizados em estudos de valoração de bens que não têm um mercado específico: tradicionalmente, os bens públicos. A aceitação do método no meio acadêmico teve um grande incremento a partir da indicação e das sugestões feitas pelo *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) (ARROW *et al.*, 1993).

O NOAA promoveu um encontro com importantes economistas, como Kenneth Arrow e Robert Solow, para discutir a consistência e validade dos estudos que utilizaram o MAC. A principal conclusão deste painel foi que o método é válido, desde que sejam tomados vários cuidados. As sugestões mais importantes sugeridas pelo NOAA foram: a) utilização de amostras probabilísticas; b) aplicar questionários através de pesquisas pessoais; c) fazer pesquisas piloto para testar o questionário; d) Utilizar questões fechadas para captar a disposição a pagar, e) incluir questões abertas para identificar os motivos de não pagamento; e f) verificar se os entrevistados entenderam bem o cenário proposto.

Vários trabalhos têm discutido as implicações teóricas sobre a validade do método e a qualidade de suas estimativas. Segundo Shaikh *et al.* (2007), a incorporação da incerteza no MAC é um dos pontos que têm sido levantados em trabalhos mais recentes.

No Brasil, destacam-se alguns estudos que utilizaram o MAC para valorar mudanças ambientais do Pantanal brasileiro, o programa de despoluição da baía de Guanabara no Rio de Janeiro (SEROA da MOTTA, 1998), a avaliação contingente e a demanda por serviços públicos de coleta e disposição de lixo na Bahia (CARRERA-FERNANDEZ e MENEZES, 1999), Silva (2005) que estimou a disposição a pagar para se evitar danos à saúde pelas queimadas no Acre, Araújo (2006) que estimou a diminuição do bem-estar da sociedade em função de criminalidade no estado da Paraíba, além de vários outros trabalhos importantes na área de economia do meio ambiente.

3.2. Estimação da Disposição a Pagar e Disposição a Receber

O MAC procura extrair dos agentes econômicos, através de pesquisa de campo, suas preferências, isto é, procura saber qual valor os consumidores atribuem a um determinado bem público. Esse valor que se deseja captar pode ser definido de duas formas: Disposição a Pagar (DAP) e Disposição a Receber (DAR).

A DAP está relacionada com a seguinte pergunta: “Qual é o valor máximo que um indivíduo está disposto a pagar para alcançar um ganho ou evitar uma perda?”. Normalmente, pode-se captar a DAP pelos seguintes veículos de pagamento: cobrança de impostos ou tarifas, aumentos do percentual de alíquotas ou ainda cobrança direta pelo uso do bem ou serviço que está sendo valorado.

Já o conceito de DAR está associado à seguinte pergunta: “Quanto um indivíduo está disposto a receber para aceitar uma perda ou desistir de um ganho?”. A DAR pode ser captada pelos veículos de pagamento a seguir: concessão de subsídios ou elevação dos existentes, compensações financeiras etc.

No Quadro 1, encontram-se algumas relações importantes entre DAP e DAR e as medidas de bem-estar vistas na seção anterior, variação compensatória e equivalente.

Quadro 1 – Relações entre DAR e DAP com VC e VE

Situação	DAR	DAP	Descrição
Ganho	VE	–	O indivíduo recebe para que a mudança não ocorra.
	–	VC	O indivíduo paga para que a mudança ocorra.
Perda	VC	–	O indivíduo recebe para ocorrer a mudança.
	–	VE	O indivíduo paga para que a mudança não ocorra.

Disposição a Receber (DAR); Disposição a Pagar (DAP); Variação Compensatória (VC); e Variação Equivalente (VE).

Fonte: Araujo (2007).

A escolha das medidas DAP ou DAR para mensurar o bem-estar causado pelo bem vai depender da natureza do bem valorado, dos veículos de pagamentos disponíveis e da forma da criação do mercado hipotético. Neste trabalho, foi escolhida a DAP, por ser uma medida mais conservadora e mais difundida na

maioria dos estudos empíricos de avaliação contingente e pelo fato da boa adequação ao objeto valorado neste trabalho.

Para estimar a DAP através do MAC, é necessário definir a forma de eliciação¹² aos respondentes. Para alcançar os objetivos a que o trabalho se propôs, foi utilizada uma questão fechada do tipo “pegar ou largar”. Existem quatro formas principais de eliciação: questão fechada, lances livres, cartões de pagamento, questão fechada com acompanhamento. A seguir, são detalhadas cada uma dessas formas:

- a) **Questões fechadas** (*closed-ended*) – Esta técnica foi inicialmente desenvolvida por Bishop e Heberlein (1979), passando a ter uma fundamentação teórica e metodológica mais sedimentada a partir dos estudos desenvolvidos por Hanemann (1984). Esta forma de eliciação pode ser realizada de duas maneiras. A primeira consiste em fazer uma pergunta do tipo “pegar ou largar” (*take-it or leave-it*), isto é, pergunta-se ao entrevistado se ele estaria disposto a pagar uma quantia z (em unidades monetárias), variando essa quantia aleatoriamente ao longo da amostra. O segundo formato é o referendo, onde a pergunta é do tipo “você votaria a favor da implementação de um projeto caso isso implicasse no custo de z unidades monetárias?” Esta forma de eliciação apresenta algumas vantagens como o fato de ter uma alta aplicabilidade, redução do número de lances de protesto e diminuição do tempo de entrevistas com os respondentes (BOYLER e BISHOP, 1988). Porém, a DAP ou DAR resultante da utilização desta técnica é uma variável dicotômica, o que exige o uso de técnicas mais sofisticadas para a estimação do valor esperado da DAP ou DAR. Neste caso, podem ser usados modelos binários como *logit* ou *probit* e outros modelos de escolha binária.
- b) **Lances livres** (*open-ended*) – Nesta forma de eliciação, pergunta-se ao entrevistado quanto ele estaria disposto a pagar por um determinado bem ou serviço em questão. Nesta técnica, a DAP é uma variável contínua e, desta forma, podem-se utilizar modelos econométricos simples para a análise dos resultados da pesquisa. Porém, esta técnica vem apresentando alguns

¹² Eliciação é a forma de captação da DAP ou DAR.

problemas como elevados lances de protesto e alta taxa de questionários sem resposta (HOEVANAGEL *apud* PESSOA, 1996, p.30). Uma possível explicação para este tipo de problema deve-se ao fato de os consumidores já encontrarem os preços dos bens já fixados no mercado. Essa técnica possui uma alta operacionalidade, pois pode ser aplicada através de envio postal, entrevista pessoal ou por telefone.

- c) **Cartões de pagamento** (*payment cards*) – Esta técnica foi desenvolvida por Mitchell e Carson (1993). Nela, o entrevistado recebe um carnê com vários valores, no qual ele vai escolher o valor máximo que estaria disposto a pagar. Essa técnica pode ser aplicada através de entrevista pessoal ou por envio postal. Segundo Seroa da Motta (1998, p.45), é bastante aconselhável a utilização do MAC usando cartões de pagamento em estudos em populações com baixo grau de monetização.
- d) **Questão fechada com acompanhamento** (*interactive bidding*) – Esta técnica é uma das mais antigas na aplicação do MAC (BOYLE e BISHOP, 1988). Ela consiste em perguntar ao entrevistado se ele está disposto a pagar um determinado valor. Em caso afirmativo, o lance inicial vai-se elevando até o ponto em que o entrevistado não aceita o lance proposto. Se o lance inicial não é aceito, a oferta é diminuída até um valor que seja aceito pelo entrevistador. A vantagem desse método é que ele capta a disposição máxima a pagar ou a receber dos consumidores. Porém, esta técnica só pode ser aplicada por telefone ou entrevista pessoal. Outro problema é em relação aos vieses na DAP ou DAR decorrentes da utilização da referida técnica. As principais formas de aplicação deste tipo de eliciação são: o formato de limite duplo (*double-bounded*) onde são oferecidos sempre dois valores ao entrevistado; caso ele aceite o primeiro lance é oferecido um valor maior, mas se ele rejeita o lance inicial é apresentado um valor menor; outra maneira de aplicação é o formato de jogos de leilão (*bidding games*) onde vários valores são oferecidos de maneira seqüencial, seguindo o mesmo princípio do formato de limite duplo¹³.

¹³ Para uma discussão mais detalhada sobre as formas de eliciação, ver Mitchell e Carson (1989) e Cameron e Quiggin (1994).

Segundo Belluzzo Jr. (2004a), os formatos com mais de um valor oferecido captam uma quantidade maior de informações sobre a disposição a pagar, pois se espera que esses apresentem uma maior eficiência nas estimativas obtidas.

Entretanto, a maioria dos trabalhos na área de avaliação contingente utiliza o formato com lance único. Ainda segundo Belluzzo Jr. (2004a), um das razões para a escolha do formato com limite único deve-se ao fato de que ainda não está claro qual é o efeito sobre os entrevistados de uma pergunta de eliciação adicional. É possível que o entrevistado desconfie do custo do projeto, o que pode levar a um comportamento estratégico do respondente.

O Quadro 2 apresenta um resumo das vantagens e desvantagens das formas de eliciação.

Quadro 2 – Vantagens e desvantagens das formas de eliciação do MAC

Critério	Lances livres	Questão fechada com Acompanhamento	Cartões de pagamento	Questão fechada
Aplicabilidade	P/T/C ¹	P/T	P/C	P/T/C
Familiaridade com a decisão de avaliação imposta	Baixa	Média	Média	Alta
Potencialmente viesado	Não	Sim	Sim	Sim
Dificuldades de estimacão	Não ²	Não ²	Não ²	Sim
Incentivo-compatível	Não	Não	Não	Sim

¹ P = pesquisa pessoal; T = pesquisa por telefone; C = pesquisa por correspondência.

² Existem, portanto, problemas com respeito ao resultado da DAP e DAR de protesto.

Fonte: Pethig *apud* Pessoa (1996, p.34).

3.3. Formalização do Método de Avaliação Contingente

Existem basicamente duas abordagens teóricas acerca de modelos de avaliação contingente que utilizam a forma de eliciação fechada (*closed-ended*), ambas baseadas no processo de maximização de utilidade. A abordagem de

Hanemann (1984 e 1989) e a abordagem de Cameron, desenvolvida nos trabalhos de Cameron e James (1987) e Cameron (1988). A diferença básica entre as abordagens é que a abordagem de Hanemann modela as preferências a partir do problema primal de maximização da utilidade e a abordagem de Cameron através do problema dual de minimização do dispêndio.

É importante destacar que, por algum tempo, essas duas abordagens foram consideradas como concorrentes, até que McConnel (1990) demonstrou que as duas abordagens, sob certas condições, são idênticas, ou seja, conduzem à mesma medida de bem-estar. A identidade entre as duas abordagens deixa de ser direta na construção do modelo econométrico, já que são introduzidos os componentes estocásticos.

Como as abordagens de Hanemann e Cameron conduzem ao mesmo resultado, optou-se em utilizar a metodologia de Hanemann neste trabalho.

3.3.1. Abordagem de Hanemann

Essa formulação teórica do MAC foi introduzida por Hanemann (1984 e 1989). Suponha que um indivíduo decida acerca da utilização de um bem público qualquer através do critério de maximização de sua utilidade e que a função utilidade seja definida como:

$$u_j \equiv u(j, m; s), \quad (33)$$

em que j representa a utilização ou não do bem público (sendo 1 para a aceitação e 0 para o contrário), m representa a renda do consumidor e s o vetor dos demais atributos que influenciam na decisão (idade, sexo, escolaridade etc.); dessa forma, $u_1 \equiv u(1, m; s)$ e $u_0 \equiv u(0, m; s)$. O indivíduo vai decidir fazer uso do bem público se:

$$u(1, m; s) \geq u(0, m; s). \quad (34)$$

No entanto, mesmo que o consumidor conheça bem sua função de utilidade, esta é composta por elementos não observáveis. Esses componentes são tratados como estocásticos e denotados por ε_{ij} , de forma que a equação (33) passa a ser:

$$u_j = v(j, m; s) + \varepsilon_{ij}, \quad (35)$$

em que $v(j, m; s)$ representa a média de u_j^{14} e ε_{ij} é um termo de perturbação clássico.

Suponha que a utilização do bem público só ocorra mediante um determinado pagamento, a equação (35) seria descrita como:

$$u_j \equiv u(j, m - jd; s) = v(j, m - jd; s) + \varepsilon_{ij} \quad (36)$$

em que d é o valor monetário da utilização do recurso, representando a DAP. Dessa forma, a condição de uso do bem público pelo indivíduo, apresentada na equação (34), é:

$$\begin{aligned} v(1, m - d; s) + \varepsilon_{i1} &\geq v(0, m; s) + \varepsilon_{i0} \text{ ou} \\ v(1, m - d; s) - v(0, m; s) &\geq \varepsilon_{i0} - \varepsilon_{i1}, \text{ ou ainda,} \end{aligned} \quad (37)$$

$$\Delta v \geq \eta_i$$

em que $\Delta v = v(1, m - d; s) - v(0, m; s)$ e $\eta_i = \varepsilon_{i0} - \varepsilon_{i1}$.

Mais do que apresentar apenas a decisão do indivíduo utilizar o bem público, a equação (37) também representa a aceitação do indivíduo em pagar uma quantia d para utilização do referido bem.

Admitindo que a escolha que maximiza a utilidade do consumidor, seja uma variável aleatória, é possível estimar a sua função de distribuição de probabilidade acumulada¹⁵. Dessa forma, pode-se definir:

$$p_1 = \text{Prob(aceitação)} = \text{Prob}(\Delta v \geq \eta_i) \text{ e} \quad (38)$$

$$p_0 = \text{Prob(rejeição)} = 1 - \text{Prob}(\Delta v \geq \eta_i) = 1 - p_1. \quad (39)$$

Tomando $F_\eta(\dots)$ como uma função de distribuição acumulada de probabilidade, então:

$$p_1 = F_\eta(\Delta v). \quad (40)$$

Adotando a função logística de distribuição de probabilidade acumulada, tem-se que:

¹⁴ Segundo Belluzzo JR. (1999), esse termo é a utilidade indireta.

¹⁵ O pesquisador parte do princípio que o indivíduo sabe qual a escolha que maximiza sua utilidade. Assim, para o pesquisador, essa escolha é uma variável aleatória que segue uma determinada distribuição de probabilidade.

$$F_{\eta}(\Delta v) = \frac{e^{\Delta v}}{1 + e^{\Delta v}} = \frac{1}{1 + e^{-\Delta v}}. \quad (41)$$

Admitindo que $v(j, m - jd; s) = \alpha_j + \beta(m - jd)$, em que $\beta > 0$ e $\alpha_j = g(s)$, de modo que o vetor s possa ser suprimido, obtendo-se então:

$$\Delta v = v(1, m - d; s) - v(0, m; s) = \alpha_1 + \beta(m - d) - (\alpha_0 + \beta m) \quad \text{ou} \quad (42)$$

$$\Delta v = (\alpha_1 - \alpha_0) + \beta d = \alpha + \beta d,$$

em que $\alpha = \alpha_1 - \alpha_0$. Logo,

$$F_{\eta}(\Delta v) = F_{\eta}(\alpha + \beta d) = \frac{e^{\alpha + \beta d}}{1 + e^{\alpha + \beta d}} = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + \beta d)}}. \quad (43)$$

No entanto, os resultados obtidos através da aplicação desse modelo dizem respeito às probabilidades associadas à aceitação ou não do pagamento de d . A estimação da medida de valor monetário (ou seja, da DAP) associada à mudança do nível de bem-estar deve seguir procedimentos adicionais à estimação de Δv .

Hanemann (1984 e 1989) apresentou duas bases para a estimação de uma DAP representativa d^{*16} . A primeira base consiste em calcular a média truncada da DAP d e considerá-la como d^* . Esse valor corresponde a:

$$\begin{aligned} d_{\text{média}} &= \int_0^{\infty} F_{\eta}[\Delta v(t)] dt = \int_0^{\infty} \frac{e^{\alpha + \beta t}}{1 + e^{\alpha + \beta t}} dt = \\ &= \int_0^{\infty} \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + \beta t)}} dt = -\frac{\ln(1 + e^{\alpha})}{\beta}, \end{aligned} \quad (44)$$

em que $t = d$. A segunda base consiste em tomar d^* como a mediana de d . Esse valor faz com que a probabilidade de aceitação seja igual à probabilidade de rejeição, ou seja:

$$\begin{aligned} p_1 &= \text{Prob}[u(1, m - d_{\text{mediana}}; s) \geq u(1, m; s)] = 0,5 \\ \frac{e^{\Delta v^*}}{1 + e^{\Delta v^*}} &= \frac{1}{1 + e^{-\Delta v^*}} = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + \beta d_{\text{mediana}})}} = 0,5 \end{aligned} \quad (45)$$

¹⁶ Esse valor deve tornar um consumidor representativo indiferente entre utilizar ou não o recurso natural. Ou seja, deve satisfazer a condição $u(1, m - d^*; s) = u(0, m; s)$ para esse consumidor ser representativo.

Para que a equação (45) seja satisfeita, é necessário que $\Delta v^* = \alpha + \beta d_{mediana} = 0$. Portanto,

$$d_{mediana} = -\frac{\alpha}{\beta} \quad (46)$$

Graficamente,

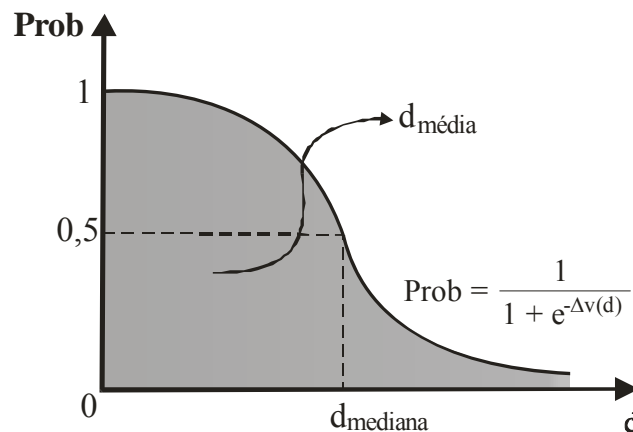


Figura 6 – Média e Mediana da DAP através da Função Logística de Distribuição de Probabilidade Acumulada

Fonte: Hanemman (1984)

A escolha de qual das medidas utilizar para a estimação da DAP representativa não é uma questão trivial. A mediana apresenta a vantagem de ser bem menos sensível à presença de *outliers* do que a média. No entanto, a maioria dos trabalhos utiliza a média. Segundo Johanson *et al.* (1989) *apud* Belluzzo Jr., (1999), em termos de agregação, a média seria a melhor medida de tendência central. Ainda segundo os mesmos autores, a mediana não corresponde a uma alocação eficiente no sentido de Pareto, visto que, de forma implícita, a mediana leva em consideração que os agentes são indiferentes em aceitar pagar ou não pelo bem valorado. Para evitar justificativas adicionais, serão calculadas as estimativas de mediana e média da DAP representativa.

3.3.2. Abordagem de Cameron

A abordagem de Cameron surgiu como uma alternativa à metodologia proposta por Hanemann (1984 e 1989). Enquanto a abordagem de Hanemann tinha suas bases na função de utilidade, já que a variável latente era a variação na utilidade do consumidor, Cameron parte do problema dual de minimização do dispêndio.

A abordagem de Cameron foi desenvolvida em dois artigos, Cameron e James (1987) e Cameron (1988), onde o primeiro artigo parte da hipótese de distribuição normal e o segundo tratava de uma distribuição logística na função de verossimilhança.

O tratamento econométrico dado por Cameron não é tão intuitivo quanto à abordagem de Hanemann, por isso a segunda abordagem tem sido mais utilizada no meio acadêmico.

Seguindo a notação de Cameron (1988), a variável latente é a própria disposição a pagar dos indivíduos, aqui denotada por y_i .

Assumindo-se que a distribuição y_i , condicional a um vetor de variáveis explicativas, x_i , seja do tipo logística, com média, $g(x_i, \beta) = x_i' \beta$, de forma que o modelo estatístico apropriado é:

$$y_i = x_i' \beta + u_i \quad (47)$$

onde y_i é não-observável, no entanto, é manifestado através de uma variável indicadora discreta I_i e o t é o valor oferecido na questão de eliciação,

$$I_i = \begin{cases} 1, & \text{se } y_i > t \\ 0, & \text{caso contrário.} \end{cases} \quad (48)$$

Assumindo que o termo de erro, u_i , se distribui segundo uma função logística com média 0 e desvio-padrão b , tem-se:

$$\begin{aligned} \Pr(I_i = 1) &= \Pr(y_i > t) = \Pr(u_i > t - x_i' \beta) \\ &= \Pr(u_i / k > (t - x_i' \beta) / k) \\ &= 1 - \Pr(\psi_i < -x_i' \beta / k), \end{aligned} \quad (49)$$

onde $k = b \frac{\pi}{\sqrt{3}}$ e ψ_i é uma variável logística padronizada.

A função de verossimilhança logaritimizada é escrita como:

$$\log L = \sum_{i=1}^n \left\{ -I_i \log[1 + \exp((t_i - x_i \beta) / k)] + (1 - I_i) \log[\exp((t_i - x_i \beta) / k) / 1 + \exp((t_i - x_i \beta) / k)] \right\}. \quad (50)$$

Simplificando essa expressão, tem-se:

$$\log L = \sum_{i=1}^n \left\{ (1 - I_i) [(t_i - x_i \beta) / k] - \log[1 + \exp((t_i - x_i \beta) / k)] \right\} \quad (51)$$

Com a presença de t_i é possível a identificação de k , de maneira que se pode isolar β e, conseqüentemente, recuperar a função $g(x_i, \beta)$. A estimação da função de valoração pela abordagem de Cameron consiste na maximização da expressão (51).

Segundo Belluzzo Jr. (1999), o valor da disposição a pagar é obtido diretamente da função $g(\cdot)$. A média da DAP pode ser obtida de duas maneiras: a partir da DAP estimada em cada ponto da amostra e calcular a média ou substituir os valores médios das variáveis independentes diretamente na função $g(\cdot)$; o resultado é a DAP média da amostra.

3.4. Modelo Empírico

Um dos objetivos deste trabalho é identificar quais as variáveis que afetam a disposição a pagar e de que maneira. A escolha das variáveis que explicam a DAP foi baseada em vários trabalhos que tratam de valoração de recursos hídricos como Belluzzo (1999 e 2004b), Carrera-Fernandez e Menezes (2000), Faria (2005) e Paixão (2002).

As variáveis explicativas utilizadas nos modelos econométricos para explicar a decisão aceitar a pagar para contribuir pela melhoria/expansão dos serviços de saneamento básico encontram-se no quadro 3.

Quadro 3 – Variáveis Explicativas e Sinal Esperado que Explicam a DAP

Variável explicativa	Definição da variável	Sinal esperado
Lance	Valor oferecido da DAP	Negativo
Renda Domiciliar	Renda média do domicílio	Positivo
Escolaridade	Escolaridade do respondente	Positivo
Idade	Idade do respondente	Positivo

Fonte: Elaboração própria.

3.5. Modelos Econométricos

Para calcular a DAP pelos serviços de água e esgotamento sanitário, faz-se necessária a escolha de um modelo econométrico adequado. A escolha incorreta de um modelo ou má especificação da forma funcional pode criar vários problemas nas estimativas, como vieses nos valores estimados. Ou até mesmo obter resultados que não refletem de fato as preferências do consumidor, sendo um exemplo disso encontrar uma disposição a pagar negativa. Por isso, é fundamental escolher um modelo estatístico que se adapte bem ao problema de pesquisa.

Para utilizar o MAC no formato de questão fechada (pegar ou largar), deve-se adotar um modelo em que a variável dependente é dicotômica ou binária. A seguir, é feita uma exposição de alguns modelos de variáveis binárias. (Logit, Estimador de Klein e Spady, Estimador de Turnbull).

3.5.1. Modelo *Logit*¹⁷

Existem algumas opções de modelos de regressão quando a variável dependente é dicotômica. Um dos modelos mais simples é o modelo de probabilidade linear (MPL). Porém, este modelo pode apresentar alguns problemas como os valores previstos para y . Neste caso, o MPL fornece previsões do valor previsto fora do intervalo zero e um. Outro problema relacionado ao MPL é a forte

¹⁷ Esta seção baseia-se em Gujarati (2000) e Maddala (1983).

presença de heterocedasticidade. Usualmente, para a solução desses problemas, são utilizados os modelos *logit* ou *probit*.

Apesar de apresentar resultados bastante próximos, o modelo *logit* tem a vantagem de ter uma aplicação mais simples. A distribuição logística, utilizada na estimação do modelo *logit*, é algebricamente mais simples do que a distribuição normal utilizada na estimação do modelo *probit*. Por esse motivo, optou-se pela utilização desse modelo para a estimação da DAP.

O modelo *logit* parte de uma função logística de probabilidade acumulada, definida da seguinte forma:

$$Prob(y_i = 1) = \frac{e^{\beta' X_i}}{1 + e^{\beta' X_i}} = \frac{1}{1 + e^{-\beta' X_i}} = F(\beta' X_i), \quad (52)$$

em que y_i representa uma variável binária, X_i o vetor de variáveis explicativas e o β , o vetor de parâmetros. Da mesma forma, pode-se definir:

$$Prob(y_i = 0) = \frac{1}{1 + e^{\beta' X_i}} = 1 - F(\beta' X_i). \quad (53)$$

A esperança condicionada de y_i é dada, portanto, por:

$$E(y_i / X_i) = 0 \left(\frac{1}{1 + e^{\beta' X_i}} \right) + 1 \left(\frac{e^{\beta' X_i}}{1 + e^{\beta' X_i}} \right) = \frac{e^{\beta' X_i}}{1 + e^{\beta' X_i}} \quad \text{ou} \quad (54)$$

$$E(y_i / X_i) = Prob(y_i = 1) = F(\beta' X_i).$$

A estimação do modelo *logit* é feita a partir do método de máxima verossimilhança. Segundo Maddala (1983), a função de verossimilhança é definida como:

$$L = \prod_{y_i=1} F(\beta' X_i) \prod_{y_i=0} [1 - F(\beta' X_i)] \quad (55)$$

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

A maximização da função de verossimilhança gera as estimativas para os parâmetros do modelo *logit*.

3.5.2 Estimador de KLEIN e SPADY

Klein e Spady (1993) propõe um estimador eficiente semi-paramétrico para modelos com variável binária. Seja a verdadeira disposição a pagar representada por:

$$y_i^* = s(x_i'; \theta) + \varepsilon_i, \quad (56)$$

em que x_i é um vetor de características individuais, θ um vetor de parâmetros e F_ε a função de distribuição de ε . Assim, o modelo de valoração de escolha binária pode ser escrito da seguinte forma:

$$y_i = \begin{cases} 1, & \text{se } y_i^* > t \\ 0, & \text{caso contrário.} \end{cases} \quad (57)$$

Assumindo que $E(\varepsilon|x) = 0$ e partindo da expressão (56), tem-se que $E(y^*|x) = s(x; \theta)$.

A estimação paramétrica do modelo associado a (57) pode ser implementada por:

$$\ln L = \sum_{i=1}^N y_i \ln[F_\varepsilon(z_i)] + (1-y_i) \ln[1-F_\varepsilon(z_i)], \quad (58)$$

em que $z_i = s(x; \theta) - t_i$ pode assumir diversas formas paramétricas, tais como logística ou normal.

A idéia desse estimador de Klein e Spady (EKS) é substituir a probabilidade $F(z)$ da função de verossimilhança pela estimativa não-paramétrica $\hat{F}(z)$. Para obter a probabilidade verdadeira $F(z)$, a mesma pode ser escrita em termos da densidade condicional de z em y , denotado por $g(z|y)$. Especificamente, para qualquer real z , a probabilidade verdadeira pode ser escrita como:

$$F(z) = \frac{Pg(z|y=1)}{Pg(z|y=1) + (1-P)g(z|y=0)}, \quad (59)$$

em que $P = \Pr[y=1]$, porque $g(y,z) \equiv Pg(z|y)$. Os referidos autores propõem obter o $\hat{F}(z)$ usando a estimativa de kernel de densidade conjunta $g_{yz} = g(z,y)$. Para a densidade normal padrão como a função de kernel, g_{yz} pode ser estimada por:

$$\hat{g}_{yz}(z_i; \Theta, \hat{\lambda}_y; h_N) = \frac{1}{N-1} \sum_{j \neq i}^N \frac{1(y_j = y)}{h_N \hat{\lambda}_{yj}} \phi\left(\frac{z_i - z_j}{h_N \hat{\lambda}_{yj}}\right), \quad (60)$$

em que ϕ é uma densidade normal padrão, h_N uma seqüência de parâmetros de alisamento satisfazendo $Nh_N^6 \rightarrow \infty$ e $Nh_N^8 \rightarrow 0$ com $N \rightarrow \infty$ e $\hat{\lambda}_{yj}$ um parâmetro de alisamento local.

O estimador de θ pode ser obtido pela maximização da função de quase-verossimilhança:

$$\log L(\hat{F}(z_i)) = N^{-1} \sum_{i=1}^N y_i \log(\hat{F}(z_i)) + (1 - y_i) \log(1 - \hat{F}(z_i)). \quad (61)$$

Segundo Belluzzo Jr., (2004b), para um índice linear $\alpha + x_i' \beta - t_i$, o intercepto é não identificado no estimador de Klein e Spady, pois ele está incorporado no termo de erro.

3.5.3. Estimador de Turnbull¹⁸

O estimador de Turnbull utiliza a função de distribuição empírica dos dados para calcular a mediana e o valor médio da DAP. Os primeiros autores que utilizaram o estimador de Turnbull em estudos de valoração foram Haab e McConnell (1997), como forma de resolver o problema de estimação de DAP negativa. Considerando uma amostra de T respondentes onde a cada um deles será oferecido um lance t , onde $\{t_j = 1, 2, \dots, M\}$, para um determinado bem. Seja DAP_i a disposição a pagar individual pelo bem em questão. Se os indivíduos respondem “sim” à questão: “Você esta disposto a pagar \$ t por um determinado bem?”, então, sabe-se que a $DAP_i \geq t_j$. Caso contrário, $DAP_i < t_j$. Note que a DAP_i é uma variável não observável. Assim, pode-se pensar em uma variável aleatória como uma função de distribuição acumulada F_j . A probabilidade que um respondente escolhido tenha uma disposição a pagar menor que o lance oferecido é:

$$Pr(DAP_i < \$t_j) = F_j. \quad (62)$$

¹⁸ Esta seção esta baseada em Haab e McConnell (1997).

Assim, F_j é a probabilidade não aceitar pagar pelo lance oferecido t_j .

Sendo M o vetor de lances oferecidos, pode-se dividir esse vetor em subamostras $T = \{T_1, T_2, \dots, M\}$, onde $\sum_{j=1}^M T_j = T$. De forma similar, o número de respostas “Sim” e “Não” pode ser indexado ao valor dos lances oferecidos. $S = \{S_j | j = 1, 2, \dots, M\}$, e $N = \{N_j | j = 1, 2, \dots, M\}$, onde S_j é número de respostas “sim” para o lance t_j e N_j é o número de respostas “não”.

Para se achar uma estimativa de F_j , é necessário definir uma variável resposta $I_{ij} = 1$ se o indivíduo i aceita pagar o lance oferecido t_j , e $I_{ij} = 0$ se não aceita pagar. Desta forma, a probabilidade de I_{ij} é dada por:

$$\Pr(I_{ij}; F_j) = F_j^{1-I_{ij}} (1 - F_j)^{I_{ij}} \quad (63)$$

Para uma dada amostra T_j de indivíduos independentes são oferecidos o mesmo lance t_j , a probabilidade do conjunto da amostra é

$$\begin{aligned} \Pr(I_{ij}; F_j, T_j) &= \prod_{i=1}^{T_j} F_j^{1-I_{ij}} (1 - F_j)^{I_{ij}} \\ &= F_j^{\sum_{i=1}^{T_j} (1-I_{ij})} (1 - F_j)^{\sum_{i=1}^{T_j} I_{ij}}. \end{aligned} \quad (64)$$

Se a amostra é escolhida aleatoriamente e os lances foram oferecidos aos indivíduos, de forma aleatória, então as respostas dos indivíduos, a cada lance podem ser interpretadas como o resultado de um experimento de Bernoulli com a probabilidade de sucesso igual a $(1 - F_j)$. Definindo $\sum_{i=1}^{T_j} I_{ij} = S_j$ como o número de respostas para “sim” para um lance t e $(T_j - S_j) = N_j$ como o número de respostas “não”, a probabilidade para as respostas t na amostra é:

$$\Pr(S_j; F_j, T_j) = \binom{T_j}{S_j} F_j^{N_j} (1 - F_j)^{S_j}. \quad (65)$$

A estimação dos parâmetros F_j pode ser obtida pelo método de máxima verossimilhança. A função de verossimilhança é dada por:

$$L(F_1, \dots, F_M; S_1, \dots, S_M; N_1, \dots, N_M) = \prod_{j=1}^M \binom{T_j}{S_j} F_j^{N_j} (1 - F_j)^{S_j} \quad (66)$$

Como o termo $\begin{pmatrix} T_j \\ S_j \end{pmatrix}$ é uma constante não conhecida a ser estimada, pode ser excluída do logaritmo da função de verossimilhança, ou seja:

$$\ln L = \sum_{j=1}^M [N_j \ln(F_j) + S_j \ln(1 - F_j)] \quad (67)$$

Maximizando a equação (67) com respeito a F_j para todos os j , tem-se um sistema de condições de primeira ordem para o máximo:

$$\frac{\partial \ln L(F; S, N)}{\partial F_j} = \frac{N_j}{S_j} - \frac{S_j}{(1 - F_j)} = 0, \quad \text{onde } j = 1, M. \quad (68)$$

Assim, obtém-se as seguintes condições de primeira ordem:

$$F_j = \frac{N_j}{T_j}.$$

No entanto, uma restrição imposta para o uso do estimador de Turnbull é que a função distribuição empírica, ou seja, a proporção de respostas “não” seja monotonicamente crescente ($F_j \leq F_{j+1}$). Segundo Haab e MacConnell (2002), em função da aleatoriedade da amostra, freqüentemente há estudos de valoração onde a não-monotonicidade é verificada, isto é, $F_j \leq F_{j+1}$ para algum j .

Um das formas de resolver este problema é impor a restrição de monotonicidade ao estimador. Essa abordagem é conhecida como Estimador de Livre-Distribuição de Turnbull utilizado em estudos de valoração contingente por Carson *et al.* (1994) e Haab e MacConnell (1997).

Com a imposição da restrição de monotonicidade, o problema de maximização do logaritmo da função de verossimilhança torna-se:

$$\max_{F_1, F_2, \dots, F_M} = \sum_{j=1}^M [N_j \ln(F_j) + S_j \ln(1 - F_j)] \quad (69)$$

$$\text{s.a } F_j \leq F_{j+1} \quad \forall j.$$

Por simplificação, o problema de maximização da equação (69) pode ser reescrito na forma de pontos de massa de probabilidade¹⁹ $(f_1, f_2, \dots, F_M, F_{M+1})$ ao invés de funções de distribuição (F_1, F_2, \dots, F_M) , onde $f_1 = F_j - F_{j-1}$. Assim, o vetor de probabilidades $f = (f_1, f_2, \dots, F_{M+1})$ é uma função de densidade na forma discreta. Reescrevendo a equação (69) tem-se:

$$\max_f \ln L(f; S, N, T) \sum_{j=1}^M \left(N_j \ln \left(\sum_{k=1}^j f_k \right) + S_j \ln \left(1 - \sum_{k=1}^j f_k \right) \right) \quad (70)$$

$$\text{s. a } f_j \geq 0 \quad \forall j.$$

As condições de Kunh-Tucker de primeira-ordem são:

$$\frac{\partial \ln L}{\partial f_i} = \sum_{j=1}^M \left(\frac{N_j}{\sum_{k=1}^j f_k} - \frac{S_j}{\left(1 - \sum_{k=1}^j f_k\right)} \right) \leq 0,$$

$$f_i \geq 0,$$

$$f_i \ln \frac{\partial L}{\partial f_i} = 0.$$

Por construção, a expressão (70) garante que $f_1 > 0$, desde que $N_1 \neq 0$. Portanto, a condição de primeira-ordem para f_1 sempre mantém a igualdade se pelo menos um respondente não aceite pagar t_1 . Assumido isto e considerando que $f_2 \neq 0$, tem-se, então:

$$\frac{\partial \ln L}{\partial f_1} - \frac{\partial \ln L}{\partial f_2} = \frac{N_1}{f_1} - \frac{S_1}{(1-f_1)} = 0.$$

Resolvendo para f_1 ,

$$f_1 = \frac{N_1}{N_1 + S_1}$$

Supondo que $f_3 > 0$ e subtraindo $\frac{\partial \ln L}{\partial f_3}$ de $\frac{\partial \ln L}{\partial f_2}$ obtém-se:

$$f_2 = \frac{N_2}{N_2 + S_2} - f_1.$$

Logo, f_2 será positivo se :

¹⁹ Nesta forma: $F_j = \sum_{i=1}^j f_i$, $F_0 = 0$ e $F_{M+1} = 1$.

$$\frac{N_2}{N_2 + S_2} > \frac{N_1}{N_1 + S_1}.$$

Se a proporção dos indivíduos que respondem “não” ao lance t_2 é estritamente maior que a proporção de repostas “não” para t_1 , então a probabilidade que a DAP esteja no intervalo (t_1, t_2) é positiva e igual à diferença nas proporções.

Suponha agora que $\frac{N_2}{N_2 + S_2} < \frac{N_1}{N_1 + S_1}$, como a proporção de respondentes

que não aceitam pagar o lance t_2 é menor que a proporção de t_1 tem-se que a estimativa de f_2 será negativa, o que, por sua vez, viola a suposição de monotonicidade da função de distribuição acumulada. Entretanto, se é imposta a restrição de não-negatividade, então $f_2 = 0$ e $\frac{\partial \ln L}{\partial f_2}$ se torna irrelevante. Assumindo

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

de Turnbull, ou seja:

$$\frac{\partial \ln L}{\partial f_1} - \frac{\partial \ln L}{\partial f_3} = \frac{N_1 + N_2}{f_1^*} - \frac{S_1 + S_2}{1 - f_1^*} = 0,$$

onde f_j^* é a estimativa de Turnbull.

Resolvendo para f_1^* , obtém-se:

$$f_1^* = \frac{N_1 + N_2}{N_1 + N_2 + S_1 + S_2}.$$

Assim, a solução de Kuhn-Tucker fornece uma nova alternativa para o problema da monotonicidade da função de distribuição empírica de f_j que é combinar as sub-amostras j e $(j + 1)$. Pode-se definir $N_j^* = N_j + N_{j+1}$ e $S_j^* = S_j + S_{j+1}$ e então re-estimar f_j da seguinte maneira:

$$f_j^* = \frac{N_j^*}{N_j^* + S_j^*} - \sum_{k=1}^{j-2} f_k^*.$$

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

calculado é positivo. Então, pode-se definir $F_j^* = \frac{N_j^*}{T_j^*}$.

A variância do estimador de Turnbull é obtida a partir das condições de primeira ordem da função de verossimilhança (70):

$$\frac{\partial L}{\partial F_j} = \frac{N_j}{F_j} - \frac{S_j}{(1-F_j)'} = 0.$$

A matriz das segundas derivadas é uma matriz diagonal com os seguintes termos:

$$\frac{\partial^2 L}{\partial F_j^2} = -\frac{N_j}{F_j^2} - \frac{S_j}{(1-F_j)^2} = 0$$

na diagonal principal. Daí, a variância de F_j é :

$$V(F_j) = \left(-\frac{\partial^2 L}{\partial F_j^2} \right)^{-1} = \frac{F_j^2(1-F_j)^2}{(1-F_j)^2 N_j + F_j^2 S_j} = \frac{F_j(1-F_j)}{N_j + S_j}.$$

A variância dos f_j^* 's é fácil de calcular desde que F_j^* e F_{j+1}^* tenham covariâncias iguais a zero, ou seja:

$$V(f_j^*) = V(F_j^*) + V(F_{j+1}^*) = \frac{F_j^*(1-F_j^*)}{T_j^*} + \frac{F_{j+1}^*(1-F_{j+1}^*)}{T_{j+1}^*} \quad (71)$$

A covariância entre f_i^* e f_j^* é definida como:

$$\begin{aligned} cov(f_i^*, f_j^*) &= cov(F_i^* - F_i^*, F_j^* - F_j^*) \\ cov(f_i^*, f_j^*) &= cov(F_i^* - F_j^*) - (F_{i-1}^* - F_{j-1}^*) \\ cov(f_i^*, f_j^*) &= -cov(F_i^* - F_{j-1}^*) + (F_{i-1}^* - F_{j-1}^*) \end{aligned} \quad (72)$$

$$cov(f_i^*, f_j^*) = \begin{cases} -V(F_i^*) & j-1=i \\ -V(F_j^*) & i-1=j \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Como o principal objetivo do MAC é encontrar a média da DAP, esta medida no modelo de Turnbull é definida como:

$$E(DAP) = \sum_{j=0}^{M^*} t_j (F_{j+1}^* - F_j^*), \quad (73)$$

onde $F_0^* = 0$ e $F_{M^*+1}^* = 1$.

Já a variância para o valor esperado da DAP é:

$$V(E(DAP)) = \sum_{j=1}^{M^*} \frac{F_j^* (1 - F_j^*)}{T_j^*} (t_j - t_{j-1})^2 \text{ ou} \quad (74)$$

$$V(E(DAP)) = \sum_{j=1}^{M^*} V(F_j^*) (t_j - t_{j-1})^2.$$

Conhecendo-se esta variância é possível construir o intervalo de confiança para o valor esperando da DAP.

3.6. Determinação do Intervalo de confiança da DAP

No método de avaliação contingente que utiliza a forma de eliciação fechada (referendo ou “pegar ou largar”) a DAP não é encontrada diretamente. É estimado o vetor de parâmetros e a partir dele é que se encontram a média e a mediana. No entanto, não é possível encontrar a variância da DAP diretamente, logo não se pode calcular o intervalo de confiança para a DAP. A literatura traz duas formas para solucionar este problema. A primeira delas é utilizar o método *bootstrapp* e a segunda, um tipo de simulação de Monte Carlo, conhecido com procedimento de Krinsk-Robb. O segundo é o método mais usado porque é menos intensivo computacionalmente do que o primeiro.

Creel e Loomis (1991) foram os primeiros a adaptar o procedimento de Krinsk-Robb a estudos de valoração com modelos de escolha binária.

De forma geral, a aplicação do instrumento de Krinsky-Robb deve seguir os seguintes passos, como sugere Haab e McConnell (2002):

1. Estima-se o modelo de escolha binária para captar a função de valoração;
2. São obtidos o vetor de parâmetros estimados $\hat{\beta}$ e a matriz de variância-covariância, $\hat{V}(\hat{\beta})$;

3. Calcula-se a decomposição de Cholesky²⁰, C , da matriz de variância-covariância, tal que $CC' = \hat{V}(\hat{\beta})$;
4. Cria-se um vetor com x elementos independentes e aleatoriamente distribuídos que segue uma distribuição normal padronizada de tamanho k ;
5. Cria-se um novo vetor $Z = \hat{\beta} + C'x_k$ para calcular a medida da DAP;
6. Repetem-se os passos 4 e 5 N vezes²¹ para se obter a distribuição da DAP; e
7. Calculam-se as estatísticas do vetor Z , tais como média, variância, valor mínimo e máximo.

3. 7. Problemas do Método de Avaliação Contingente

Como toda metodologia, o MAC apresenta algumas limitações. Os problemas do MAC podem ser observados sob dois critérios: confiabilidade e validade. A confiabilidade refere-se à qualidade das estimativas a partir dos dados obtidos na pesquisa de campo, isto é, está intimamente ligada à variância dos resultados. Já a validade refere-se à veracidade dos resultados obtidos.

A confiabilidade pode ser afetada por diversos tipos de vieses. Segundo Hoevenagel (1994) *apud* Pessoa (1996), esses vieses podem ser classificados em quatro grandes grupos: i) incentivo a falsear o valor declarado; ii) implicação de valores sugeridos; iii) cenário mal especificado; e iv) construção e agregação da amostra.

Os incentivos a falsear o valor declarado da DAP ou DAR têm origem no caráter hipotético do cenário apresentado. Os principais vieses desse grupo são:

²⁰ A maioria dos pacotes estatísticos e econométricos calculam a decomposição de Cholesky, tais como Stata, LIMDEP, o pacote estatístico R, entre outros.

²¹ Haab e McConnell recomendam que o número de replicações N seja superior a 5000.

- a) **Viés estratégico** – Este viés ocorre devido ao receio que os indivíduos possam ter em revelar suas verdadeiras preferências. Desta forma, o entrevistado pode subestimar o valor estipulado, caso, futuramente, ele venha a ser cobrado. Por outro lado, ele pode superestimar o valor indagado, na hipótese de influenciar a provisão do bem em questão. Este viés está intimamente ligado ao problema do carona (*free rider*). O entrevistado sabe que sua resposta influenciará a decisão de prover ou não o ativo estudado, mas que não arcará com nenhum custo relacionado com essa provisão. Nesse caso, o entrevistado é tentado a subestimar (superestimar) sua disposição a pagar (receber). Segundo Seroa da Motta (1998), a utilização do método referendo em detrimento do método de lances livres pode diminuir a incidência deste viés em trabalhos empíricos;
- b) **Viés da obediência** – Tem origem no constrangimento do entrevistado em revelar uma posição negativa em relação a uma ação que é socialmente correta;
- c) **Viés do entrevistador** – Pode ocorrer quando o entrevistado não declara suas verdadeiras preferências para não desagradar o entrevistador. Outra forma de manifestação deste viés é quando o entrevistador influencia, de alguma forma, o entrevistado, induzindo-o a superestimar ou subestimar a DAP ou DAR estimada.

Os vieses da obediência e do entrevistador não são exclusivos do MAC, mas podem ocorrer em qualquer coleta de dados primários, visto que estão ligados diretamente à postura do entrevistador.

A utilização de métodos de captação da DAP ou DAR que sugerem algum valor inicial podem levar a distorções nas respostas dadas pelos entrevistados. Os vieses que fazem parte desse grupo são:

- a) **Viés do ponto de partida** – Valores iniciais podem induzir determinados resultados. Geralmente, quando são oferecidos valores iniciais muito baixos (altos) resultam em baixas (altas) média da DAP; e

b) **Viés de ordenamento** – Nos casos onde a captação da DAP por meio de cartões de pagamento, a seqüência dos valores oferecidos pode alterar a resposta do respondente.

Quanto aos vieses associados à má especificação dos cenários apresentados, os principais são:

- a) **Viés simbólico** – Os entrevistados são mais sensíveis quando se trata de ativos que possuem algum significado simbólico, o que pode gerar distorções nos valores declarados;
- b) **Viés parcial** – Surge quando o respondente leva em conta mais sua percepção a respeito do bem avaliado do que a sua real descrição como base para sua resposta;
- c) **Viés da probabilidade** – As respostas podem variar conforme varia a probabilidade de provisão (ou de variação da disponibilidade) do bem valorado;
- d) **Viés da informação** – Tem origem na qualidade e veracidade das informações em relação ao objeto de estudo da pesquisa (forma de cobrança, provisão etc.);
- e) **Viés do veículo de pagamento** – Seu surgimento reside da não indiferença dos entrevistados quanto ao instrumento de pagamento definido para DAP ou DAR. O fato de a DAP ser cobrada através de um imposto ou pela cobrança direta pelo uso do bem pode alterar os valores obtidos;
- f) **Viés da Restrição Orçamentária** – Uma declaração correta deve estar baseada na renda líquida dos entrevistados; no entanto, pode ocorrer que eles utilizem outros conceitos de renda tal como renda bruta, como base para sua resposta.

Seroa da Motta (1998) ainda apresenta outros potenciais vieses. São eles:

- a) **Viés hipotético** – Como o mercado apresentado ao entrevistado é hipotético, ele pode não revelar a verdadeira DAP ou DAR, já que ele não vai incorrer em custos e nem em compensações. Um modo de minimizar o efeito deste viés é a criação de cenários bem próximos à realidade. Em alguns testes empíricos, foi constatado que este viés possui uma incidência maior nos estudos que tentam captar a DAR do que nos estudos que tentam captar a DAP;
- b) **Problema da parte-todo** – Este viés ocorre quando o entrevistado não consegue distinguir o objeto específico que está sendo valorado (parte) de um conjunto mais amplo de bens (todo);
- c) **Viés da subaditividade** – Ocorre quando são estimados vários ativos ambientais. Caso exista subaditividade entre esses ativos, a soma das estimativas em parte pode diferir da estimativa como um todo; e
- d) **Viés de seqüência e agregação** – Quando há pesquisas seqüenciais, é comum que as primeiras tendam a influenciar os resultados seguintes.

Os vieses relacionados à construção e agregação na amostra não são inerentes ao método de avaliação contingente, mas a qualquer metodologia que se utiliza de amostra. A existência de vieses potenciais remete à necessidade de cuidados adicionais relacionados à utilização de amostras.

Segundo Pessoa (1996), a maioria dos vieses citados acima pode ser minimizada com a adoção de procedimentos específicos. A utilização do método referendo ou do método referendo com acompanhamento tende a reduzir, por exemplo, o viés estratégico e do ponto de partida. No mais, a realização de treinamento dos entrevistadores e a elaboração criteriosa do desenho da pesquisa minimizam grande parte dos vieses apresentados.

O grau de proximidade dos resultados estimados em relação aos “verdadeiros” valores pode ser determinado a partir de testes de validade, divididos em três categorias:

- a) **Validade de Conteúdo.** Neste teste, é avaliado se a medida de DAR ou DAP estimada corresponde precisamente ao objeto de estudo;
- b) **Validade de Critério.** Este teste confronta os valores estimados com os “verdadeiros” valores, obtidos a partir de simulações de mercado com pagamentos reais. Segundo Seroa da Motta (1998), experimentos confirmam que a DAR ou DAP hipotética é bastante próxima desses valores “verdadeiros”;
- c) **Validade de Construto.** Este teste busca verificar se os valores obtidos por meio do método de avaliação contingente estão correlacionados com estimativas obtidas por meio de outros métodos de valoração para o mesmo objeto.

A validade de construto é desagregada em validade teórica e validade de convergência. A validade teórica preocupa-se em verificar se as estimativas respeitam as determinações teóricas e se possuem significância estatística. A validade de convergência busca identificar a existência ou não de convergência entre estimativas resultantes da aplicação de diferentes métodos de valoração em um mesmo ativo ambiental. Nesse caso, devem ser levadas em consideração as limitações quanto à cobertura de valor dos diversos métodos analisados.

3.8. Fonte de Dados e Procedimentos

Para a estimação da disposição a pagar pelos serviços de saneamento básico pelo MAC, foi necessário fazer uma coleta de dados primários, haja vista a natureza específica deste método.

O questionário foi elaborado a partir uma pesquisa bibliográfica de estudos que aplicaram o método²². O resultado foi um questionário²³, que basicamente, está dividido em três grupos de questões. O primeiro grupo de questões contém questões demográficas e sócio-econômicas, tais como sexo, renda, escolaridade,

²² Araújo (2007), Belluzzo Jr (1999), Carrera-Fernandez e Menezes (2000), Pessoa (1996).

²³ Ver Anexos 1 e 2.

idade, ocupação tipo de moradia entre outras. O segundo grupo refere-se a questões sobre abastecimento de água e esgotamento sanitário, tais como, principal fonte de abastecimento, destino do esgotamento sanitário, valor pago pelos consumidores, qualidade do serviço, problemas enfrentados pela comunidade e, por fim, o terceiro grupo se refere a questões relacionadas à disposição a pagar pelo serviço de saneamento básico e percepção dos indivíduos em relação ao mesmo. O universo considerado foi o de número de domicílios da cidade de Palmas-TO.

A pesquisa de campo foi realizada em duas etapas. A primeira foi uma pesquisa piloto com 70 domicílios com o intuito de testar o questionário, obter informações para dimensionar a amostra e, por fim, captar o intervalo da variação da DAP. A forma de eliciação adotada para a captação da DAP na pesquisa piloto foi aberta (*open-ended*).

O tamanho da amostra foi calculado a partir das estimativas de média e variância da DAP captadas a partir da pesquisa piloto. A fórmula padrão utilizada para encontrar o tamanho da amostra²⁴ foi:

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

em que n é o tamanho da amostra desejada, $z_{\alpha/2}$ é estatística para o intervalo de confiança escolhido (95%), σ é o desvio-padrão da DAP e E o erro máximo aceitável. Deste modo, o tamanho da amostra²⁵ encontrado foi de 563. No entanto, foi aplicado um número ligeiramente superior ao tamanho da amostra calculado (600 questionários), visto que em pesquisas de campo, sempre há alguma perda de questionários válidos, seja por preenchimento incorreto por parte do entrevistador ou recusa do entrevistado em declarar algumas informações. Em estudos de avaliação contingente normalmente apresentam um elevado número de votos de protesto e, por esta razão, o tamanho da amostra foi maior do que o número calculado.

Para a realização da pesquisa de campo final utilizou-se a amostragem por conglomerados em dois estágios. O desenho amostral em dois estágios foi utilizado

²⁴ Para mais detalhes, ver em Bolfarine e Bussab (2005).

²⁵ Para este cálculo foram utilizadas as seguintes informações: $z_{\alpha/2}$ igual a 1,96 (95% de confiança), σ igual 12,98 e E foi de 1,08, o que corresponde a 7,5% da média da DAP aberta encontrada na pesquisa piloto.

com o objetivo de reduzir o número de setores que pesquisados. A população foi dividida em conglomerados e escolheram-se, de forma aleatória, alguns conglomerados e, dentro destes, foram selecionadas, aleatoriamente, as unidades amostrais.

Segundo os dados da prefeitura do município de Palmas-TO, existem 41.228²⁶ lotes residenciais e 194 macro-quadras (comerciais e residenciais). No entanto, existem 80 macro-quadras (ou setores) residenciais e habitadas.

Reduzindo de 80 para 20 setores, foi realizado um sorteio aleatório dos referidos setores. Em seguida, foi feito um sorteio aleatório dos 600 domicílios dentro dos setores escolhidos. Para realizar o sorteio das quadras e dos domicílios foram utilizadas as informações contidas no cadastro multifinalitário realizado pela Prefeitura Municipal de Palmas.

Os dados foram coletados nos meses de abril e maio do ano de 2008. As entrevistas foram realizadas, na sua grande maioria, nos fins de semana. Foram entrevistados os chefes de família²⁷, sendo que, na ausência do chefe, entrevistou-se o membro mais velho da família. A aplicação dos questionários foram feitas por estudantes do curso de ciências econômicas da Universidade Federal do Tocantins. Os alunos foram treinados para minimizar vieses que são inerentes à pesquisa de campo e ao método utilizado.

As estimações de todos os modelos deste trabalho foram feitas no pacote estatístico *Stata*, versão 10.0 da *StataCorp*. As simulações do instrumento Krinsky-Robb foram realizadas no pacote estatístico R²⁸.

²⁶ Como Palmas é uma cidade nova (20 anos de criação), ainda existe um elevado número de lotes vazios.

²⁷ Como chefe de família foi considerado a pessoa associada à autoridade e responsável pelo sustento da família.

²⁸ O R é um pacote estatístico gratuito e pode ser obtido em <http://www.r-project.org/>.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Análise dos Dados da Pesquisa Piloto

A pesquisa piloto teve como objetivo fornecer subsídios para a realização da coleta de dados finais, testar o entendimento dos respondentes com relação ao cenário hipotético, determinar o tamanho da amostra e definir os valores dos lances do questionário final²⁹.

Foram realizadas 70 entrevistas. Na Tabela 6 são apresentadas algumas estatísticas descritivas de algumas variáveis quantitativas da pesquisa piloto.

Tabela 6 – Estatísticas Descritivas da Idade, Escolaridade, Renda Individual, Renda Familiar, Valor da Conta de Água e Número de Membros da Família, Palmas-TO, 2008

Variável	Média	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo
Idade (em anos)	35,57	10,18	18	61
Escolaridade (em anos)	11,11	2,92	2	17
Renda individual (em R\$)	1.060,00	1.238,46	0,00	9.000,00
Renda familiar (em R\$)	1.848,64	1.576,69	300,00	9.000,00
Valor da conta de água (em R\$)	51,53	31,41	18,00	166,00
Nº de membros da família	3,46	1,53	1	6

Fonte: Dados da pesquisa.

²⁹ O questionário aplicado na pesquisa de campo final encontra-se no Anexo 2.

A maioria das pessoas que responderam o questionário trabalham como autônomas ou profissionais liberais (35,71%), seguido de funcionários públicos (32,86%). Os aposentados correspondem a 1,43% da amostra. A Tabela 7 traz a freqüência dos entrevistados segundo a ocupação.

Tabela 7 – Distribuição de Freqüência dos Entrevistados Segundo a Ocupação, Palmas-TO, 2008

Tipo de ocupação	Freqüência	Percentual
Autônomo/Profissional Liberal	25	35,71
Funcionário Público	23	32,86
Funcionário Privado	17	24,29
Aposentado/Pensionista	1	1,43
Desempregado	4	5,71
Total	70	100,00

Fonte: Dados da pesquisa.

Quanto à ocupação do imóvel, pouco mais da metade dos entrevistados reside em imóvel próprio (58,75%), seguido dos que moram em imóveis alugados (38,57%). O restante dos respondentes (2,86%) declararam morar em imóveis emprestados ou invadidos.

Com relação às questões ligadas ao saneamento básico foram obtidas as seguintes informações. Todos os domicílios pesquisados estão ligados à rede de abastecimento de água. No tocante ao serviço de esgotamento sanitário, 57,97% dos domicílios estão ligados a rede coletora de esgotos e 42,03% utilizam fossas sépticas e outras formas de escoamento.

A forma de eliciação da DAP pelo serviço de saneamento básico foi na forma aberta. Após a apresentação do cenário hipotético, foi perguntado ao entrevistado se ele estaria disposto a pagar uma quantia, a mais na sua conta de água, e de forma permanente. A disposição a pagar média foi de R\$ 14,34 com desvio-padrão de R\$ 12,98. Entre os que não estavam dispostos a pagar nada a mais pela implantação do projeto, a maioria (53,33%) alegou motivos financeiros e os demais alegaram outros motivos como falta de qualidade na água, não acredita na utilização dos recursos ou ainda não pagaria, pois é obrigação do Estado.

4.2. Análise dos Dados da Pesquisa Final

Além das 70 entrevistas realizadas na pesquisa piloto, para a pesquisa final foram realizadas 600 entrevistas em domicílios na cidade de Palmas-TO. No entanto, 8 questionários foram excluídos da amostra devido a falhas no preenchimento ou incoerências nas respostas, o que resultou em 592 questionários válidos. A partir da amplitude do valor da DAP obtida na pesquisa piloto, foram determinados valores dos lances oferecidos, tais valores variam aleatoriamente ao longo a amostra entre R\$1,00 e R\$ 50,00.

Quanto ao sexo dos respondentes, 56,75% são do sexo masculino e 43,24% são do sexo feminino. Na Tabela 8 são apresentadas algumas variáveis quantitativas dos entrevistados.

Tabela 8 – Estatísticas Descritivas da Idade, Escolaridade, Renda Individual, Renda Familiar e Número de Membros da Família, Palmas-TO, 2008

Variável	Média	Desvio- Padrão	Mínimo	Máximo
Idade (em anos)	33,36	11,88	18	80
Escolaridade (em anos)	10,31	3,52	0	18
Renda individual (em R\$)	1.078,90	1.429,83	0,00	15.000,00
Renda familiar (em R\$)	1.925,62	2.135,97	300,00	21.000,00
Nº de membros da família	3,59	1,58	1	12

Fonte: Dados da pesquisa.

É importante ressaltar que as estatísticas encontradas na amostra estão bem próximas às informações obtidas em pesquisas oficiais, como os dados da PNAD para o ano de 2005, tomando como referência o estado do Tocantins. A idade média encontrada na amostra foi de 33,33 anos, na PNAD 2005 a média de idade foi de 33,39 anos. O tamanho médio da família na amostra foi de 3,59 membros e na PNAD foi de 4,10 membros. Já as variáveis escolaridade, renda individual e renda familiar apresentaram valores maiores na amostra do que aqueles da PNAD, mas isso é justificado pelo fato de que a pesquisa foi realizada na capital do estado, que possui melhores indicadores econômicos e sociais comparado ao

estado com um todo, já que a menor unidade de análise da PNAD é a unidade da federação. Essa análise indica que a pesquisa de campo foi bem dimensionada, visto que os valores amostrais estão bem próximos dos valores da população.

No que se refere à ocupação dos entrevistados, a maioria são profissionais liberais ou autônomos (35,64%), seguidos de funcionários de empresas privadas (27,03%). Já o menor percentual foi o de aposentados e pensionistas com 1,35%. (Tabela 9)

Tabela 9 – Distribuição de Frequência dos Entrevistados segundo a Ocupação, Palmas-TO, 2008

Tipo de ocupação	Frequência	Percentual
Autônomo/Profissional Liberal	211	35,64
Funcionário Público	124	20,95
Funcionário Privado	160	27,03
Aposentado/Pensionista	8	1,35
Desempregado	89	15,03
Total	592	100,00

Fonte: Dados da pesquisa.

A maioria dos entrevistados reside em residência própria (63,34%), os que moram em imóveis alugadas correspondem a 29,90% e 6,76% residem em imóveis emprestados e coletivos. Os imóveis possuem, em média, 5,58 cômodos, com um desvio-padrão de 2,05, e 1,51 banheiros com desvio-padrão de 0,79.

O maior problema, atualmente, enfrentado em Palmas, segundo os entrevistados é a falta de saneamento básico, sendo o segundo a limpeza pública e a coleta de lixo. Outros problemas citados por eles com seus percentuais encontram-se na Tabela 10.

Tabela 10 – Distribuição de Freqüência dos Problemas mais Enfrentados pela Comunidade, Palmas-TO, 2008

Tipo de ocupação	Freqüência	Percentual
Esgotamento Sanitário	151	25,51
Limpeza Pública/Coleta de Lixo	79	13,34
Segurança Pública	75	12,67
Transporte Coletivo	74	12,50
Drenagem	56	9,46
Saúde	53	8,95
Iluminação de Ruas	34	5,74
Pavimentação de Rua	30	5,07
Outros	21	3,55
Abastecimento de Água	13	2,20
Telefones Públicos	6	1,01
Total	592	100,00

Fonte: Dados da pesquisa.

Quanto ao serviço de abastecimento de água, 96,45% dos entrevistados estão conectados à rede de água³⁰. Os respondentes, de forma geral, estão satisfeitos com o atual serviço de abastecimento de água, sendo o índice de satisfação com o serviço de 83,28%. Entre os que afirmaram que não estavam satisfeitos, o principal motivo de insatisfação foi a elevada tarifa (55,56%). A segunda maior causa de insatisfação foi a falta de qualidade da água.

Enquanto a quase totalidade dos domicílios está conectada à rede de água, a situação para o serviço de esgotamento sanitário é bem diferente. A Tabela 11 apresenta os dados referentes às principais formas de esgotamento sanitário. Apenas 46,62% das residências pesquisadas estão ligadas à rede coletora de esgoto. Comparando Palmas com outras capitais do país, essa taxa não seria tão baixa, no entanto, em função de ser uma cidade planejada, esse dado revela uma fragilidade no projeto da criação da mesma.

³⁰ Este percentual é bem próximo aos dados do SNIS, que foi de 95,2% para ano de 2006 para o município de Palmas-TO.

Tabela 11 – Formas de Escoamento do Esgotamento Sanitário, Palmas-TO, 2008

Tipo de ocupação	Freqüência	Percentual
Rede Coletora	276	46,62
Fossa Séptica	282	47,63
Fossa Rudimentar	32	5,41
Jogado a Céu Aberto	2	0,34
Total	592	100,00

Fonte: Dados da pesquisa.

A tabela 12 apresenta os dados relacionados com o valor pago mensalmente pelos entrevistados. A Companhia de Saneamento do Tocantins - SANEATINS faz a cobrança do esgotamento sanitário com base no consumo de água do domicílio. No Tocantins, a SANEATINS faz a cobrança pelo serviço de esgotamento sanitário cobrando um percentual de 80% sobre o valor do consumo de água. Por isso, há diferenças nos valores médios da tarifa entre os domicílios que estão conectados e não estão conectados à rede de esgotos.

Tabela 12 – Média e Desvio-padrão da Tarifa do Serviço de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário, Palmas-TO, 2008

Variável	Média	Desvio-Padrão
Todos os domicílios (em R\$)	46,90	39,84
Domicílios não conectados à rede de esgoto (em R\$)	35,17	24,17
Domicílios conectados à rede de Esgoto (em R\$)	60,65	49,16

Fonte: Dados da pesquisa.

4.3. Análise Preliminar da Disposição a Pagar pelo Serviço de Saneamento Básico

A questão chave deste trabalho foi captar a disposição a pagar pelos serviços de saneamento básico e para isso foi apresentado um cenário hipotético sobre a importância do saneamento básico para a população e listados quais seriam os investimentos realizados na área de abastecimento de água, rede de esgotamento e estações de tratamento. Também foram relatados quais eram os benefícios dos investimentos para a sociedade tais como: melhoria dos serviços prestados atualmente, expansão da cobertura e os benefícios ambientais do projeto.

Diante do cenário apresentado, os indivíduos eram questionados se estavam dispostos a pagar um valor R\$ *t* mensalmente que seria cobrado na conta de água e de forma permanente. Os resultados sobre a questão da DAP são apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 – Resumo das Respostas da Disposição a Pagar, Palmas-TO, 2008

Valor Oferecido (R\$)	Respostas		Total
	Não	Sim	
1,00	12	59	71
5,00	25	53	78
10,00	38	32	70
15,00	39	31	70
20,00	61	20	81
25,00	59	18	77
35,00	66	18	84
50,00	55	6	61
Total	355	237	592

Fonte: Dados da pesquisa.

A tabela 13 mostra a quantidade de questionários para cada valor oferecido, bem como o número de respostas “sim” e “não” para cada valor. Os dados confirmam a teoria econômica, pois quanto maior o valor oferecido menor é a quantidade de pessoas que estão dispostas a aceitar a pagar.

O lance mais baixo (R\$ 1,00) teve uma aceitação bem elevada (cerca de 83%), já o lance mais alto (R\$ 50,00) teve uma elevada recusa em torno de 90%.

Outro ponto importante na análise da DAP é o cruzamento das informações de aceitação dos lances para cada faixa de renda. É possível observar que o maior índice de recusa para contribuir com a implantação do projeto acontece na faixa de renda mais baixa (71,05%). Já o maior percentual de aceitação está numa faixa de renda elevada (43,11%) (Tabela 14).

Tabela 14 – Relação entre Nível de Renda e Respostas da Disposição a Pagar, Palmas-TO, 2008

Faixa de Renda Familiar (R\$)	Respostas		Total
	Não	Sim	
Até 415,00	27 (71,05%)	11 (28,95%)	38
Entre 416,00 e 1.245,00	145 (58,00%)	105 (42,00%)	250
Entre 1.246,00 e 2.075,00	97 (61,78%)	60 (38,22%)	157
Entre 2.076,00 e 4.150,00	62 (56,89%)	47 (43,11%)	109
Mais que 4.150,00	24 (63,16%)	14 (36,84%)	38
Total	355	237	592

Fonte: Dados da pesquisa.

Na interação entre escolaridade e propensão a contribuir nota-se que o maior índice de recusa a pagar é dos entrevistados sem instrução formal. Esse percentual de recusa vai diminuindo com o aumento da escolaridade, mas esse comportamento não é monótono, pois os entrevistados com ensino médio, ensino superior incompleto e pós-graduação quebram a tendência de diminuição das recusas. (Tabela 15)

Tabela 15 – Relação entre das Respostas da Disposição a Pagar e Nível de Escolaridade, Palmas-TO, 2008

Escolaridade	Respostas		Total
	Não	Sim	
Sem instrução	2 (100,00%)	0 (0,00%)	2
Ensino Fundamental Incompleto	68 (65,38%)	36 (34,62%)	104
Ensino Fundamental	28 (58,33%)	20 (41,67%)	48
Ensino Médio Incompleto	27 (51,92%)	25 (48,08%)	52
Ensino Médio	112 (56,00%)	88 (44,00%)	200
Ensino Superior Incompleto	57 (69,51%)	25 (30,49%)	82
Ensino Superior	47 (55,29%)	38 (44,71%)	85
Pós-graduação	14 (73,68%)	5 (26,32%)	19
Total	355	237	592

Fonte: Dados da pesquisa.

Um ponto importante é captar a incerteza dos respondentes em relação à aceitação do valor oferecido. Foi perguntado ao entrevistado qual era o nível de certeza com relação à sua resposta em relação ao valor oferecido. Esse nível de certeza foi medido numa escala de 0 a 100%, onde 0 indica incerteza total do entrevistado e 100% certeza total com relação a sua resposta.

A tabela 16 mostra a distribuição de frequência do nível de certeza das respostas “sim” e “não” para o valor oferecido. Como pode ser observado, apenas 43,04% dos respondentes responderam “sim” com certeza plena, enquanto para a resposta “não”, esse percentual foi um pouco maior, 53,81%.

Tabela 16 – Distribuição de Frequência para Nível de Certeza para as Respostas “Sim” e “Não”, Palmas-TO, 2008

Resposta ao Lance	Nível de Certeza			Total
	< 50%	≥ 50% e < 100%	= 100%	
Sim	4 (1,69%)	131 (55,27%)	102 (43,04%)	237 (100%)
Não	3 (0,84%)	161 (45,35)	191 (53,81%)	355 (100%)

Fonte: Dados da pesquisa.

A Figura 7 mostra que a maioria dos entrevistados confirmam suas respostas tanto pra “sim” ou “não” com os maiores percentuais de certeza, 80%, 90% e 100%, respectivamente. Poucos indivíduos declaram níveis de certeza menores que 50%.

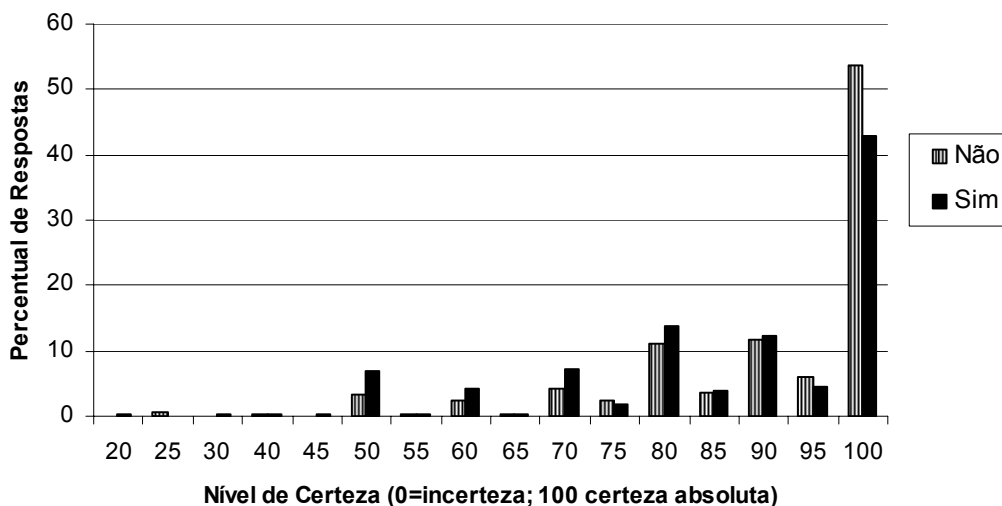


Figura 7 – Comparação dos Níveis de Certeza de Respostas “Sim” e “Não”

Fonte: Elaboração própria

Mesmo assim, não se pode desconsiderar a incerteza dos respondentes na determinação da DAP. Por isso, é importante utilizar instrumentos para incorporar o impacto da incerteza nos modelos de avaliação contingente.

Com relação aos motivos que os entrevistados se recusaram a contribuir para a implantação do projeto, os principais motivos foram: “já pago imposto demais” com 43,38%, “motivos financeiros” com 39,44% e “é obrigação do governo” com 11,27%. (Tabela 17).

Tabela 17 – Motivos da Não Disposição a Pagar Pela Expansão dos Serviços de Saneamento, Palmas-TO, 2008

Motivos pela não disposição a pagar	Freqüência	Percentual
Já pago muito imposto	154	43,38
Motivos financeiros	140	39,44
É obrigação do governo	40	11,27
Não está satisfeito com o serviço	10	2,82
A obra não é de seu interesse	4	1,13
Outros motivos	4	1,12
Não acredita no uso dos recursos	3	0,84
Total	355	100,00

Fonte: Dados da pesquisa.

Como sugere Arrow *et al.* (1993), é necessário identificar quais os motivos que levam os indivíduos a serem contra o projeto, ou seja, os que declaram não estarem dispostos a pagar nada a mais e utilizar as respostas obtidas para identificar os votos de protesto.

Neste trabalho, foram considerados como votos de protesto os motivos: “já pago muito imposto”, “é obrigação do governo” e “não acredita no uso dos recursos”. Assim, foram considerados como votos de protesto 197 questionários, o que corresponde a 33,28% da amostra.

4.4. Estimação da Disposição a Pagar

Serão apresentados, a seguir, os resultados dos modelos econométricos para estimação da DAP pelos os serviços de saneamento básico. Nos modelos paramétrico e semi-paramétrico utilizou-se a especificação linear e as mesmas variáveis independentes: o valor do lance oferecido em reais, a renda mensal do domicílio em reais; e a escolaridade do chefe do entrevistado. Outras variáveis foram testadas, mas não foram estatisticamente significativas e foram excluídas.

4.4.1. Modelo Logit

A Tabela 18 apresenta os resultados da estimação da DAP para uma expansão/melhoria dos serviços de saneamento básico em Palmas-TO utilizando o modelo logit. A variável dependente é binária, assumindo o valor 1 se indivíduo está disposto a pagar e o valor 0, caso contrário.

Tabela 18 – Resultado das Estimações do Modelo Logit sem a Retirada dos Votos de Protesto, Palmas-TO, 2008

Variável	Coefficiente	Efeito Marginal	Elasticidade
Intercepto	0,546 ^{***} (0,313)	--	--
Lance (valor oferecido)	-0,0796 ^{***} (0,008)	-0,01835	1,0087
Renda Domiciliar	0,0006 ^{NS} (0,00004)	0,00001	0,0736
Escolaridade	0,0336 ^{NS} (0,0285)	0,00775	0,2214
Log de Máxima Verossimilhança	-334,95	--	--
Teste LR $\chi^2(3_{g.l})$	127,10	--	--
Prob> χ^2	(0,000)	--	--
Pseudo R ²	0,159	--	--
Número de Observações	592	--	--

Nota: desvios-padrão em parênteses. * significativo estatisticamente a 10%;
^{***} significativo estatisticamente a 1%; ^{NS} não significativo.

Fonte: Dados da pesquisa.

As estimativas do modelo logit com todas as observações válidas não produziu bons resultados, pois apenas o intercepto e o coeficiente do lance foram estatisticamente significativos a 1%, sendo que nem os parâmetros da escolaridade, nem da renda domiciliar foram significativos. Uma das possíveis causas desse fato seria a presença dos votos de protesto, pois nessas

observações, os indivíduos, não declararam suas verdadeiras preferências, pelo bem valorado.

Também foi estimado um modelo excluindo os votos de protesto, visto que a exclusão dessas observações pode afetar de forma significativa os resultados. (ver tabela 19)

Tabela 19 – Resultado das Estimações do Modelo Logit com a Retirada dos Votos de Protesto, Palmas-TO, 2008

Variável	Coefficientes	Efeito Marginal	Elasticidade
Intercepto	-0,0375* (0,0401)	--	--
Lance (valor oferecido)	-0,0961*** (0,0115)	-0,0222	-0,0606
Renda Domiciliar	0,0006*** (0,0002)	0,0001	0,3656
Escolaridade	0,1270*** (0,0407)	0,0294	0,4567
Log de Máxima Verossimilhança	-197,08	--	--
Teste LR $\chi^2(3_{g.l})$	137,52		--
Prob> χ^2	(0,000)		
Pseudo R ²	0,258		--
Número de Observações	395		--

Nota: desvios-padrão em parênteses. * significativo estatisticamente a 10%;

*** significativo estatisticamente a 1%; ^{NS} não significativo.

Fonte: Resultado da pesquisa.

Já o resultado do modelo excluindo os votos de protesto apresentou um melhor ajuste, sendo que todos os coeficientes estimados foram estatisticamente significativos a 1%, com exceção do intercepto que foi significativo a 10%. Em ambos os modelos os coeficiente de forma conjunta são significativos, resultado confirmado pela estatística do teste LR, indicando que pelo menos um dos parâmetros estimados é diferente de zero. Este melhor ajuste do modelo sem protestos é constatado também pelo valor do *pseudo R²* maior. É importante

destacar que, em ambos os modelos, os sinais dos coeficientes estão de acordo com a teoria econômica e de acordo com os trabalhos de Belluzzo (2005), Carrera-Fernandes e Menezes (1999a) e Raje *et al.* (2002). O sinal negativo do lance indica que quanto maior seu valor, menor é a probabilidade do indivíduo aceitar pagar pelo bem em questão. Por sua vez, a renda familiar e a escolaridade afetam positivamente a probabilidade dos entrevistados aceitarem pagar por melhorias no atual sistema de saneamento básico.

O efeito marginal do lance indica que, para uma variação de R\$ 1,00 no valor do lance, a probabilidade do indivíduo estar disposto a pagar pelo projeto cai em 0,022 pontos percentuais. Em termos de elasticidade, uma variação de 1% no valor do lance reduz em 0,06% a probabilidade de o indivíduo aceitar contribuir pelo pela implantação do projeto. Como o valor da elasticidade é menor do uma unidade, isso indica que a demanda pelo serviço de saneamento básico é inelástica, o que já era esperado dada a essencialidade do referido bem.

Uma maneira de interpretar os resultados da Tabela 19 é que a probabilidade de aceitar a pagar pelos serviços de saneamento reflete a experiência de mercado em adquirir tal cesta de bens. Assim, o valor do lance oferecido funciona como o preço desta cesta de bens. Logo, a equação estimada pode ser considerada com uma *proxy* da demanda pelos serviços de saneamento básico. Desta maneira, o serviço de saneamento é um bem normal visto que existe uma relação positiva entre renda do domicílio e probabilidade de aceitar pagar e um bem comum, em função da relação inversa entre o valor do lance (preço) e a probabilidade.

A partir dos modelos estimados nas tabelas 18 e 19 foram calculadas as DAPs médias para cada modelo e os seus respectivos intervalos de confiança obtidos através do instrumento de Krinsky-Robb. As simulações foram feitas com o auxílio do pacote estatístico R, sendo os resultados apresentados na tabela 20

Tabela 20 – Estimativas da DAP mensal com o Modelo Logit a partir do Instrumento Krinsky-Robb, Palmas-TO, 2008

DAP	Modelo Logit (todas as observações)	Modelo Logit (sem os votos de protestos)
Mediana/Média da DAP ³¹	R\$ 12,67	R\$ 23,08
Limite Inferior da média DAP	R\$ 10,00	R\$ 22,45
Limite Superior da média DAP	R\$ 14,98	R\$ 29,39
Intervalo de confiança/média	0,39	0,30

Nota: Estimativas obtidas com 10.000 replicações.
Fonte: Dados da pesquisa.

A partir dos parâmetros obtidos no instrumento Krinsky-Robb é possível construir uma função de densidade de Kernel³² para a DAP. É possível notar que a distribuição é simétrica e é bastante semelhante com uma distribuição normal.

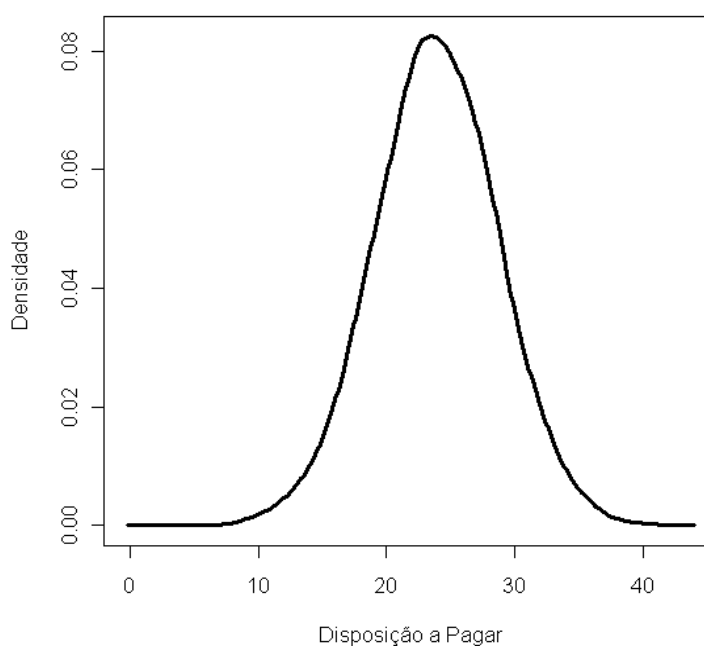


Figura 8 – Função de Densidade da DAP Obtido pelo Modelo Logit Excluindo os Votos de Protesto

Fonte: Resultado da pesquisa

³¹ Como a função de distribuição logística é simétrica, os valores da média e da mediana são iguais.

³² Esta função de densidade foi obtida a partir da rotina "KernSmooth", através da função "bkde" realizada no software R.

É importante destacar que a média da DAP indica que os consumidores estão dispostos a pagar a mais pelos serviços, no modelo sem protestos, foi de R\$23,08. A DAP média supera em 49,21% o valor pago pelos consumidores pelo serviço de abastecimento de água e esgotamento sanitário que foi de R\$46,90.

As informações sobre a média da DAP mostram como os votos de protesto afetam de forma considerável o valor da média da DAP estimada. Como pode ser observada na Tabela 20, a média da DAP no modelo sem protestos é bem mais que o dobro da média da DAP para o modelo com os votos de protesto. No modelo com os votos de protesto, a DAP tem grande chances de estar subestimada, pois os votos de protestos são respostas negativas. Logo, quando os votos de protestos são excluídos da amostra, o valor da disposição a pagar estimada deve ser maior.

A idéia que está por trás da retirada dos votos de protesto reside no argumento de que esses respondentes não estão revelando suas verdadeiras preferências e, sim, revelando a sua opinião sobre quem deve pagar pelos custos de implantar um determinado projeto. Assim, há uma relação inversa entre número de votos de protesto e DAP estimada.

Ainda é possível observar que o modelo sem os votos de protesto apresenta uma estimativa da DAP mais precisa, pois a razão intervalo de confiança/média é menor quando comparada com a estimativa do modelo com os votos de protesto.

Na pesquisa de campo foi constatado que cerca 47% dos domicílios estão conectados a rede de esgotamento sanitário. A partir desse dado, foram estimados dois modelos. O primeiro que considera apenas os domicílios que não tem acesso a rede coletora de esgotos e o segundo para os domicílios não conectados. Os modelos apresentados nas Tabelas 21 e 22 os modelos já foram calculados retirando as observações consideradas “votos de protesto”.

Tabela 21 – Resultado das Estimações do Modelo Logit para os Domicílios Não Conectados à Rede de Esgotamento Sanitário, Palmas-TO, 2008

Variável	Coefficiente	Efeito Marginal	Elasticidade
Intercepto	0,1375* (0,0518)	--	--
Lance (valor oferecido)	-0,1230*** (0,0183)	-0,0277	-0,7443
Renda Domiciliar	0,0009** (0,0003)	0,0002	0,5290
Escolaridade	0,1217** (0,0554)	0,0274	0,3901
Log de Máxima Verossimilhança	-106,48	--	--
Teste LR $\chi^2(3_{g.l})$	102,33		--
Prob > χ^2	(0,000)		--
Pseudo R ²	0,324		--
Número de Observações	234		--

Nota: desvios-padrão em parênteses. * significativo estatisticamente a 10%; ** significativo estatisticamente a 5%; *** significativo estatisticamente a 1%; NS não significativo.

Fonte: Resultado da pesquisa.

Os resultados apresentados na tabela 21 são bem satisfatórios, os modelos apresentaram um bom ajuste (observando-se os valores do teste de verossimilhança e o pseudo R²). Todos os coeficientes estimados foram estatisticamente significativos e apresentaram os sinais esperados, relação inversa entre o lance e a probabilidade de contribuir no pela implantação do projeto, e relação positiva com a renda e escolaridade.

Considerando apenas os domicílios conectados à rede de esgotamento sanitário (tabela 22), os resultados são bem parecidos com os apresentados na tabela 21. O modelo de forma geral apresentou um ajuste satisfatório, os coeficientes estimados foram todos significativos e os sinais foram os esperados *a priori*.

Cabe destacar, que tanto nos domicílios conectados à rede de esgotamento e os não conectados, a elasticidade da demanda foi inelástica, o que indica essencialidade do serviço de saneamento básico para os entrevistados.

Tabela 22 – Resultado das Estimações do Modelo Logit para os Domicílios Conectados à Rede de Esgotamento Sanitário, Palmas-TO, 2008

Variável	Coefficiente	Efeito Marginal	Elasticidade
Intercepto	-0,5622 ^{***} (0,0678)	--	--
Lance (valor oferecido)	-0,0726 ^{***} (0,0152)	-0,0177	-0,4593
Renda Domiciliar	0,0004 ^{**} (0,0002)	0,0001	0,2548
Escolaridade	0,1523 ^{**} (0,0625)	0,0357	0,6071
Log de Máxima Verossimilhança	-86,51	--	--
Teste LR $\chi^2(3_{g.l})$	43,37	--	--
Prob> χ^2	(0,000)	--	--
Pseudo R ²	0,200	--	--
Número de Observações	161	--	--

Nota: desvios-padrão em parênteses. ^{*} significativo estatisticamente a 10%;
^{**} significativo estatisticamente a 5%; ^{***} significativo estatisticamente a 1%;
^{NS} não significativo.

Fonte: Resultado da pesquisa.

O objetivo de se estimar a função de valoração para os domicílios conectados e não conectados à rede de coleta de esgotos foi de verificar se há diferenças entre as DAPs para esses diferentes grupos. A tabela 23 mostra as estatísticas sobre a DAP para os dois grupos de domicílios. O que se observou, foi que os valores médios da DAP foram bem próximos.

Tabela 23 – Estimativas da DAP mensal com o Modelo Logit a partir do Instrumento Krinsky-Robb, Palmas-TO, 2008

DAP	Domicílios não conectados a rede de esgoto	Domicílios conectados a rede de esgoto
Mediana/Média da DAP	R\$ 22,85	R\$ 23,94
Limite Inferior da média DAP	R\$ 22,97	R\$ 18,88
Limite Superior da média DAP	R\$ 31,86	R\$ 31,86
Intervalo de confiança/média	0,39	0,54

Nota: Estimativas obtidas com 10.000 replicações.
Fonte: Resultado da pesquisa.

Esperava-se que os respondentes que residiam em domicílios não conectados tivessem uma disposição a pagar maior do que os que estão conectados, no entanto aconteceu o inverso. Mas estatisticamente, as duas DAPs médias são iguais, fato que pode ser observado na figura 9, nas funções de densidade das DAPs.

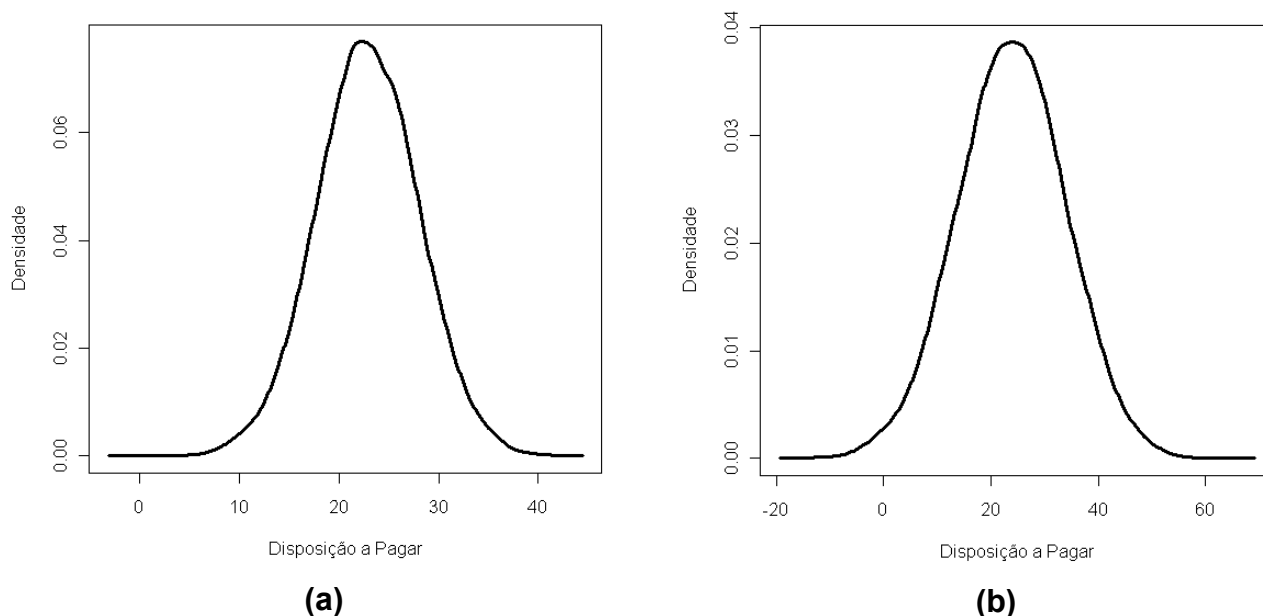


Figura 9 – Função de Densidade da DAP obtida pelo Modelo Logit, (a) Domicílios Não Conectados e (b) Conectados a Rede de Esgotamento Sanitário, Sem os Votos de Protesto

Fonte: Resultado da pesquisa

Após a questão de captação da DAP, foi perguntado ao respondente qual o nível de certeza com relação a sua resposta anterior. A variável incerteza forneceu subsídios para investigar qual o impacto da incerteza no modelo logit.

A Tabela 24 apresenta os resultados da estimação do modelo logit com incerteza. A coluna (1) mostra os resultados do modelo logit sem protestos, já apresentado anteriormente. Na coluna (2) foi utilizado o modelo logit, mas a variável dependente foi recodificada pelo nível de certeza. Apenas as resposta “sim” com um nível de certeza maior ou igual a 80% foram computadas como 1 e as demais respostas “sim” eram tratadas como resposta “não”, ou seja, assumiram o valor 0. Nas colunas (3) e (4) foi utilizado o mesmo procedimento, alterando apenas os níveis de certeza, maior ou igual a 90% e plena certeza (100%), respectivamente.

Tabela 24 – Resultados das Estimações do Modelo Logit com Incerteza,
Palmas-TO, 2008

Variável	Logit Padrão	Logit com o nível de incerteza		
	(1)	(2) “Sim” ≥80%	(3) “Sim” ≥90%	(4) “Sim”=100%
Intercepto	-0,0375* (0,0001)	-0,0396* (0,3985)	-0,3372* (0,4056)	-0,4747 ^{NS} (0,4234)
Lance (valor oferecido)	-0,0961*** (0,0115)	-0,1026*** (0,0123)	-0,1008*** (0,0130)	-0,0897*** (0,0137)
Renda	0,0006*** (0,0002)	0,0005*** (0,0001)	0,0003*** (0,0001)	0,0002** (0,0001)
Escolaridade	0,1270*** (0,0407)	0,0673** (0,0394)	0,0722** (0,0380)	0,0370 ^{NS} (0,0389)
Log de Máxima Verossimilhança	-197,08	-207,16	-205,21	-192,21
Teste LR $\chi^2(3_{g.l})$	137,52	131,41	105,54	66,83
Prob> χ^2	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)
Pseudo R ²	0,258	0,241	0,204	0,148
Número de Obs.	395	395	395	395

Nota: desvios-padrão em parênteses. * significativo estatisticamente a 10%; ** significativo estatisticamente a 5%***; significativo estatisticamente a 1%; ^{NS} não significativo.

Fonte: Resultado da pesquisa.

A incorporação da variável nível de certeza na estimação da DAP com o modelo logit apresentou resultados satisfatórios, uma vez que os modelos mostraram um ajuste razoável, coeficientes significativos e os sinais estimados dos mesmos estão de acordo com a teoria econômica; a exceção foi o modelo que considera como “sim” apenas as pessoas que declaram 100% de certeza, que apresentou um baixo *pseudo R*² e o coeficiente do intercepto e da escolaridade não foram estatisticamente significativos. No entanto, comparado ao modelo tradicional, sem a incorporação da incerteza, nenhum dos modelos apresentou melhoras no ajuste considerável. Observa-se que o modelo logit padrão apresentou melhores resultados, tanto na significância dos coeficientes quanto no ajuste do modelo.

Na Tabela 25, os dados mostram que quanto maior o nível de certeza considerado, menor é o valor da média da DAP. Também se percebe que quanto maior o nível de certeza da resposta, menor é a precisão das estimativas da DAP, medida pela razão entre o intervalo de confiança e a média. Essa razão é de 0,30 para o modelo logit padrão e de 4,76 para o modelo com 100% de certeza. Assim, percebe-se que a inclusão de uma variável que mede o nível de certeza dos respondentes não proporcionou ganhos na estimação da DAP nem melhorou a precisão das estimativas. Uma possível explicação para esse fato seria um erro de medida associada ao grau de certeza dos respondentes. Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Loomis e Ekstrand (1998), que encontraram essas mesmas relações entre nível de certeza da DAP com média da DAP e precisão das estimativas.

Tabela 25 – Estimativas da DAP com o Modelo Logit com o Nível de Certeza dos Respondentes a partir do Instrumento Krinsky-Robb, Palmas-TO, 2008

DAP	Logit padrão	Logit ≥80%	Logit ≥90%	Logit =100%
Média da DAP	R\$ 23,08	R\$ 14,85	R\$ 8,58	R\$ 1,71
Limite Inferior da média DAP	R\$ 22,45	R\$ 14,12	R\$ 6,92	R\$ -2,48
Limite Superior da média DAP	R\$ 29,39	R\$ 19,47	R\$ 12,19	R\$ 5,65
Intervalo de confiança/média	0,30	0,36	0,61	4,76

Nota: Estimativas obtidas com 10.000 replicações.
Fonte: Resultado da pesquisa.

4.4.2. Estimador Semi-paramétrico de Klein e Spady (EKS)

Outro objetivo deste estudo foi identificar alternativas mais flexíveis de estimar a DAP para serviços de saneamento e verificar as vantagens e desvantagens na utilização de tais alternativas. Uma dessas alternativas é um estimador de modelos binários semi-paramétrico desenvolvido por Klein e Spady (1993).

Na Tabela 26 são exibidos os resultados da estimação do modelo semi-paramétrico. De forma geral, os modelos apresentados mostraram bons resultados. Para a equação com todas as observações, os coeficientes foram significativos a 10%, com exceção da renda familiar. Este resultado é confirmado pelo teste de Wald (significativo a 10%), que testa se todos os coeficientes são diferentes de zero conjuntamente. Já no modelo que exclui os votos de protesto, todos os coeficientes estimados foram estatisticamente significativos a 1% e o teste de Wald também foi significativo a 1%. Em ambos os modelos, os sinais dos coeficientes estão de acordo com a teoria econômica.

Tabela 26 – Resultados do Estimador Klein e Spady (EKS) para a Disposição a Pagar por Serviços de Saneamento Básico, Palmas-TO, 2008

Variável	EKS com Protestos	EKS sem Protestos
Lance (valor oferecido)	-0,1602 ^{***} (0,0743)	-0,0832 ^{***} (0,0155)
Renda Domiciliar	0,00007 ^{NS} (0,00006)	0,0004 ^{***} (0,0007)
Escolaridade	0,0433 [*] (0,0249)	0,0801 ^{***} (0,0268)
Log de Máxima Verossimilhança	-332,32	-197,56
Teste de Wald $\chi^2(3_{g.l})$	6,50	37,29
Prob > χ^2	0,0895	0,000
Número de Observações	592	395

Nota: desvios-padrão em parênteses. ^{*} significativo estatisticamente a 10%; ^{***} significativo estatisticamente a 1%, ^{NS} não significativo estatisticamente.
Fonte: Resultado da pesquisa.

A partir dos modelos estimados na Tabela 26 foi calculada a média da DAP e o intervalo de confiança, o qual foi obtido através do instrumento Krinsky-Robb. Os resultados estão apresentados na Tabela 27.

Tabela 27 – Estimativas da DAP pelo Estimador de Klein e Spady (EKS) a partir do Instrumento Krinsky-Robb, Palmas-TO, 2008

DAP	EKS com Protestos	EKS sem Protestos
Média da DAP	R\$ 6,49	R\$ 19,94
Limite Inferior da média DAP	R\$ 4,56	R\$ 16,36
Limite Superior da média DAP	R\$ 8,79	R\$ 23,82
Intervalo de Confiança/média	0,65	0,37

Nota: Estimativas obtidas com 10.000 replicações.
Fonte: Dados da pesquisa.

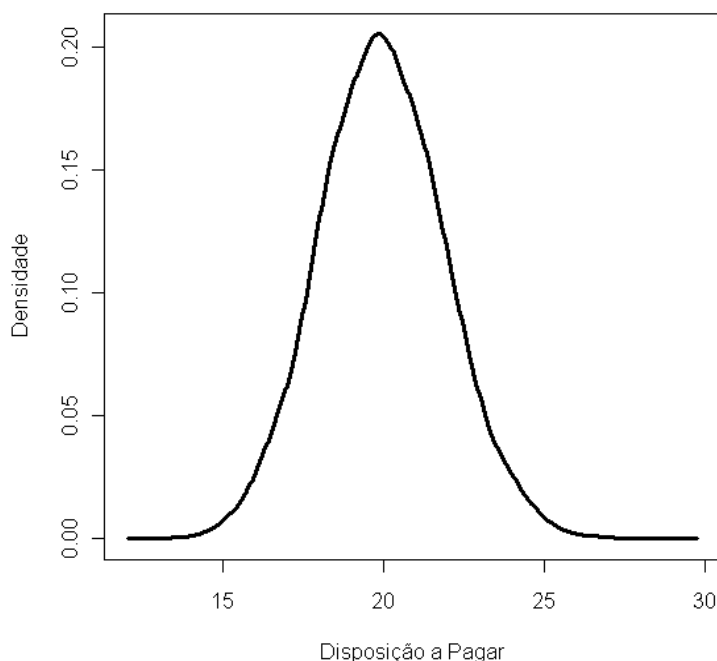


Figura 10 – Função de Densidade da DAP Obtido pelo Modelo EKS
Excluindo os Votos de Protesto

Fonte: Resultado da pesquisa

A figura 10 encontra-se a função de densidade de DAP estimada pelo estimador semi-paramétrico. O valor médio da DAP foi bem próximo ao calculado pelo modelo logit, no entanto, a função densidade nesse caso apresenta caldas mais pesadas.

A média da DAP com os votos de protesto foi de R\$6,49, valor bem inferior ao calculado no modelo sem protestos (R\$19,94). Novamente, pode se inferir que os votos de protestos tendem a subestimar a média da DAP. É possível observar também que a precisão do modelo sem os votos de protesto é bem maior, pois a variabilidade da estimativa é menor.

Assim como no modelo feito para o modelo logit, estimou-se a DAP pelo método semi-paramétrico considerando os domicílios que possuíam e não possuíam acesso a rede de esgotos. A tabela 28 mostra o resultado dessas estimações. Nos dois casos, todos os parâmetros foram estatisticamente significativos a 1%, com exceção do coeficiente escolaridade para os domicílios que

não possuíam acesso à rede de esgotos, que foi significativo a 10%. Os sinais dos coeficientes foram estimados de acordo com a teoria econômica.

Tabela 28 – Resultado das Estimações do Estimador Klein e Spady para os Domicílios Conectados e Não Conectados à Rede de Esgotamento Sanitário, Palmas-TO, 2008

Variável	Domicílios não conectados a rede de esgoto	Domicílios conectados a rede de esgoto
Lance (valor oferecido)	-0,0654 ^{***} (0,0133)	-0,1959 ^{***} (0,0325)
Renda Domiciliar	0,0005 ^{***} (0,0015)	0,0011 ^{***} (0,0002)
Escolaridade	0,0434 [*] (0,0264)	0,2890 ^{***} (0,0513)
Log de Máxima Verossimilhança	-111,27	-76,75
Teste de Wald $\chi^2(3_{g.l})$	33,33	36,60
Prob> χ^2	0,000	0,000
Número de Observações	234	161

Nota: desvios-padrão em parênteses. *** significativo estatisticamente a 1%.
Fonte: Dados da pesquisa.

A partir do resultado das estimações da tabela 28 foram calculadas das DAPs pelo modelo EKS, enquanto para amostra toda a DAP média foi de R\$ 19,94, a DAP média foi ligeiramente maior para os domicílios não conectados à rede de esgotos foi de R\$21,67 e os para os domicílios conectados, a DAP média foi um pouco mais elevada, R\$25,56. (ver tabela 29)

No entanto, é importante é destacar que a confiabilidade da estimativa da DAP média para os domicílios conectados à rede de esgotamento sanitário foi bem maior, visto que a razão intervalo de confiança/média foi bem menor quando comparada a mesma estatística para os domicílios não conectados a rede. Esse mesmo fato pode ser observado na figura 11.

Tabela 29 – Estimativas da DAP pelo Estimador de Klein e Spady (EKS) a partir do Instrumento Krinsky-Robb, Palmas-TO, 2008

DAP	Domicílios não conectados a rede de esgoto	Domicílios conectados a rede de esgoto
Média da DAP	R\$ 21,67	R\$ 25,56
Limite Inferior da média DAP	R\$ 14,95	R\$ 23,75
Limite Superior da média DAP	R\$ 29,13	R\$ 27,37
Intervalo de Confiança/média	0,65	0,14

Nota: Estimativas obtidas com 10.000 replicações.

Fonte: Dados da pesquisa.

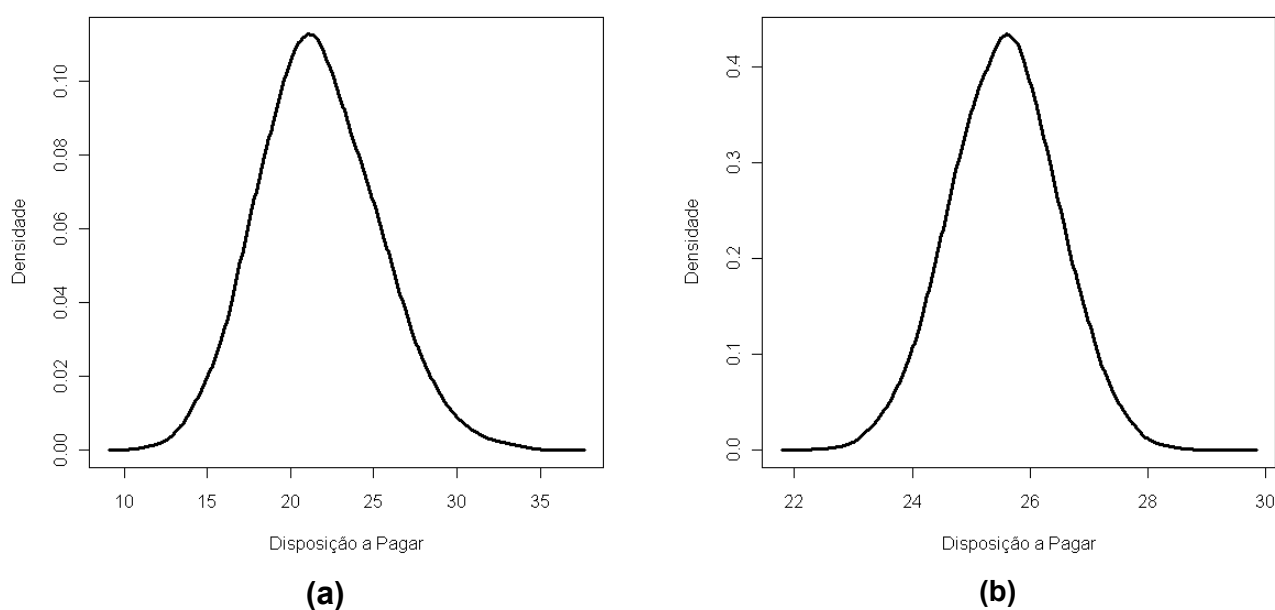


Figura 11 – Função de Densidade da DAP obtido pelo EKS, (a) Domicílios Não Conectados e (b) Domicílios Conectados a Rede de Esgotamento Sanitário, Sem os Votos de Protesto

Fonte: Resultado da pesquisa

4.4.3. Estimador de Turnbull

Por fim, foi calculada a função de distribuição empírica do estimador de Turnbull. As Tabelas 30 e 31 mostram os resultados da função de distribuição empírica com todas as observações e com a retirada dos votos de protesto,

respectivamente. Uma das condições exigidas para encontrar a DAP pelo estimador de Turnbull é que a função de distribuição acumulada (F_j) seja monotonamente crescente, resultado que é confirmado na Tabela 30.

Tabela 30 – Estimativas da Função de Distribuição Empírica de Turnbull com Votos de Protesto, Palmas-TO, 2008

Lance (t_j)	“Não” (N_j)	Total de Respostas (T_j)	$F_j = N_j / T_j$	$f_j = F_j - F_{j-1}$
1	12	71	0,17	0,17
5	25	78	0,32	0,15
10	38	70	0,54	0,22
15	39	70	0,56	0,01
25	61	81	0,75	0,20
30	59	77	0,77	0,01
35	66	84	0,79	0,02
50	55	61	0,90	0,12
> 50	-	-	1	0,10
Total	355	592	-	-

Fonte: Resultado da pesquisa.

Tabela 31 – Estimativas da Função de Distribuição Empírica de Turnbull sem votos de protesto, Palmas-TO, 2008

Lance (t_j)	“Não” (N_j)	Total de Respostas (T_j)	$F_j = N_j / T_j$	F_j^*	f_j^*
1	1	60	0,02	0,02	0,02
5	12	65	0,18	0,18	0,17
10	17	49	0,35	0,35	0,16
15	21	52	0,40	0,40	0,06
25	25	45	0,56	0,56	0,15
30	30	48	0,63	0,63	0,07
35	30	48	0,63	-	-
50	22	28	0,79	0,68	0,06
> 50	-	-	1,00	1,00	0,32
Total	158	395	-	-	-

Fonte: Resultado da pesquisa.

Com a retirada dos votos de protesto, F_j não respeita a condição de monotonicidade, sendo que isso acontece no lance no valor de R\$ 35,00. Para contornar este problema, junta-se as respostas do lance R\$35,00 e R\$50,00. A coluna F_j^* passa a ser a nova função de distribuição acumulada, já que esta obedece ao princípio da monotonicidade. (Tabela 31).

Com base na expressão (73)³³ calculou-se a média da disposição a pagar pelos serviços de saneamento básico em Palmas-TO a partir do estimador não-paramétrico de Turnbull. Já a mediana da DAP foi obtida pela interpolação linear entre o valor do lance oferecido, que são os limites do intervalo da classe onde se posiciona a mediana, ou seja:

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

onde L_i é o limite inferior da classe mediana, f_{aa} é a frequência acumulada da classe anterior da mediana, f_{med} é a frequência acumulada da classe da mediana e h é a amplitude do intervalo da qual pertence a classe mediana. Esses resultados são apresentados na Tabela 32.

Tabela 32 – Estimativas da DAP Mediana e Média a partir do Estimador de Turnbull, Palmas-TO, 2008

DAP	Turnbull com Protestos	Turnbull sem Protestos
Mediana da DAP	R\$ 6,65	R\$ 15,89
Média da DAP	R\$ 14,07	R\$ 22,48
Desvio-Padrão da DAP	R\$ 0,93	R\$ 2,31
Limite Inferior da Média DAP	R\$ 12,25	R\$ 17,95
Limite Superior da Média DAP	R\$ 15,89	R\$ 27,01
Intervalo de Confiança/média	0,26	0,40

Fonte: Dados da pesquisa.

Novamente, observa-se que os votos de protesto subestimam os valores da média e mediana da DAP. Os valores da DAP obtidos pelo modelo não-paramétrico foram bem próximos aos do modelo logit. No entanto, há uma diminuição da

³³ Esta expressão se encontra na secção 3.5.3.

precisão da estimativa da média da DAP, pois a razão intervalo de confiança/média com os votos de protesto foi menor, comparada, com a mesma razão, sem os votos de protesto.

As tabelas 33 e 34 trazem os resultados do estimador não-paramétrico de Turnbull considerando os domicílios não conectados e conectados à rede de esgotamento sanitário, respectivamente. Para os domicílios que não tinha acesso à rede de esgotos, observou-se que F_j não respeita a condição de monotonicidade, fato acontecido no lance de R\$ 30,00. Para contornar este problema, juntaram-se as respostas do lance R\$30,00 e R\$35,00. A coluna F_j^* passa a ser a nova função de distribuição acumulada, já que esta obedece ao princípio da monotonicidade.

Tabela 33 – Estimativas da Função de Distribuição Empírica de Turnbull sem Votos de Protesto para os Domicílios Não Conectados à Rede de Esgotamento Sanitário, Palmas-TO, 2008

Lance (t_j)	(N_j)	(T_j)	$F_j = N_j / T_j$	F_j^*	f_j^*
1	0	32	0,00	0,00	0,00
5	5	38	0,13	0,13	0,13
10	11	31	0,35	0,35	0,22
15	11	28	0,39	0,39	0,04
25	19	32	0,59	0,59	0,20
30	15	27	0,56	-	-
35	19	30	0,63	0,60	0,00
50	14	16	0,88	0,88	0,28
> 50	-	-	1,00	1,00	0,13
Total	94	234	-	-	-

Fonte: Dados da pesquisa.

Já para os domicílios conectados à rede de esgotos, o princípio da monotonicidade de F_j foi respeitada, e assim, o calculado da DAP foi feito de forma usual.

Tabela 34 – Estimativas da Função de Distribuição Empírica de Turnbull sem Votos de Protesto para os Domicílios Conectados à Rede de Esgotamento Sanitário, Palmas-TO, 2008

Lance (t_j)	(N_j)	(T_j)	$F_j = N_j / T_j$	F_j^*	f_j^*
1	1	28	0,04	0,04	0,04
5	7	27	0,26	0,26	0,22
10	7	18	0,39	0,39	0,13
15	10	24	0,42	0,42	0,03
25	6	13	0,46	0,46	0,04
30	12	21	0,57	0,57	0,11
35	11	18	0,61	0,61	0,04
50	10	12	0,83	0,83	0,22
> 50	-	-	1,00	1,00	0,43
Total	63	161	-	-	-

Fonte: Dados da pesquisa.

O valor da DAP média estimada pelo estimador de Turnbull seguiu o padrão dos modelos apresentados anteriormente. A DAP média para os domicílios conectados à rede de esgotos (R\$38,75) foi superior a DAP média dos domicílios não conectados à rede.

Tabela 35 – Estimativas da DAP Mediana e Média a partir do Estimador de Turnbull, Palmas-TO, 2008

DAP	Domicílios não conectados a rede de esgoto	Domicílios conectados a rede de esgoto
Mediana da DAP	R\$ 15,90	R\$ 20,35
Média da DAP	R\$ 20,69	R\$ 38,78
Desvio-Padrão da DAP	R\$ 2,76	R\$ 2,32
Limite Inferior da Média DAP	R\$ 15,28	R\$ 34,23
Limite Superior da Média DAP	R\$ 26,09	R\$ 43,44,
Intervalo de Confiança/média	0,52	0,23

Fonte: Dados da pesquisa.

Também seguindo o mesmo padrão dos modelos paramétrico e semi-paramétrico, a precisão das estimativas da DAP média foi maior para os domicílios conectados à rede de esgotos.

4.5. Agregação dos Resultados

Para encontrar valores representativos da DAP foram utilizados os valores médios e medianos dessa variável e apenas os modelos sem os votos de protesto. Para fins de agregação, foi considerado que o município de Palmas-TO possui um total de 35.047 domicílios permanentes (IBGE, 2005). A Tabela 36 mostra os valores agregados mensais e anuais para a média da DAP.

Tabela 36 – Valores Agregados da Disposição a Pagar Média pelos Serviços de Saneamento Obtidos das Estimativas dos Modelos Paramétrico, Semi-paramétrico e Não-Paramétrico, Palmas-TO, 2008

Modelo	DAP	Valores agregados (em R\$)	
	Média (R\$)	DAP Mensal	DAP Anual
Logit	23,08	808.884,76	9.706.617,12
Estimador de Klein e Spady	19,94	698.83718	8.386.046,16
Estimador de Turnbull	22,48	787.856,56	9.454.278,72

Fonte: Elaboração própria.

Tomando a média da DAP como referência, o ganho de bem-estar anual dos consumidores associado à melhoria e expansão do sistema de saneamento básico de Palmas-TO foi de R\$ 8.386.046,16, considerando a menor estimativa (modelo semi-paramétrico) e de R\$ 9.706.617,12, considerando a maior estimativa (modelo paramétrico).

A tabela 37 apresenta os valores agregados mensais e anuais da DAP mediana. Nesse caso, o ganho de bem-estar anual estimado dos usuários dos serviços de saneamento básico variou entre R\$ 6.682.761,96 e R\$ 9.706.617,12.

Tabela 37 – Valores Agregados da Disposição a Pagar Mediana pelos Serviços de Saneamento Obtidos das Estimativas dos Modelos Paramétrico, e Não-Paramétrico, Palmas-TO, 2008

Modelo	DAP	Valores agregados (em R\$)	
	Mediana (R\$)	DAP Mensal	DAP Anual
Logit	23,08	808.884,76	9.706.617,12
Estimador de KSE ³⁴	--	--	---
Estimador de Turnbull	15,89	556.896,83	6.682.761,96

Fonte: Elaboração própria

A tabela 38 apresenta dados sobre investimentos realizados no setor de saneamento básico em Palmas-TO no período de 1996 a 2006.

Tabela 38 – Investimentos Realizados em Saneamento Básico no Município de Palmas-TO. (Em Reais)

Anos	Investimentos Realizados (R\$)		Total
	Abastecimento de Água	Esgotamento Sanitário	
1996	2.077.670,00	--	2.077.670,00
1997	1.689.935,00	--	1.689.935,00
1998	8.500.000,00	--	8.500.000,00
1999	12.006.555,00	9.228.829,00	21.235.384,00
2000	3.129.070,00	4.772.962,00	7.902.032,00
2001	471.034,00	933.301,00	1.404.335,00
2002	7.682.744,69	3.560.962,31	11.243.707,00
2003	3.560.962,31	2.803.736,00	6.364.698,31
2004	2.803.735,56	1.816.627,30	4.620.363,00
2005	1.816.627,30	3.325.470,00	5.142.097,30
2006	1.856.227,71	2.042.632,71	3.898.860,42
Total	45.594.561,57	28.484.520,32	74.079.081,89

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do SNIS 1996-2006.

³⁴ A mediana não pode ser calculada para o modelo Klein e Spady.

Analisando o fluxo de recursos financeiros investidos no setor nos últimos, os gestores públicos direcionaram grande parte do investimento do setor de saneamento para os serviços de abastecimento de água, foi investido nos últimos 12 anos pouco mais de 45 milhões de reais. Esse montante de investimento explica a elevada taxa de cobertura do serviço de água tratada em Palmas-TO, quase 96% em 2006.

Já no serviço de esgotamento sanitário, foi investido pouco mais de 28 milhões de reais, fica claro que os investimentos realizados não foram suficientes. Uma vez que a taxa de cobertura do serviço de esgotamento sanitário é relativamente baixa (34,3% dos domicílios).

O ganho de bem-estar associado melhoria e expansão dos serviços de saneamento básico, independentemente da medida representativa, foi bem menor do que o total de recursos investidos no setor. Essa informação sugere que o Estado precisa intervir no setor de saneamento, provendo tal serviço ou regulando, caso seja provido pela iniciativa privada, visto que a disposição a pagar da sociedade não gera os recursos financeiros necessários para manter/expandir o atual sistema.

Assim, os resultados obtidos sugerem que é necessário que se façam investimentos pesados na área de saneamento, especificamente na área de coleta e tratamento de esgotos, para que uma maior parcela da população tenha acesso a estes serviços.

Dessa forma, é necessário que o poder público aumente o investimento em infra-estrutura, principalmente na rede de coleta e tratamento de esgoto, mesmo que parte dos custos desses investimentos impliquem em um custo mais elevado para os consumidores.

5. CONCLUSÕES

Um dos maiores problemas enfrentados, atualmente, pelos gestores de políticas públicas nos centros urbanos, diz respeito à provisão de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. No Brasil, o reconhecimento destes problemas se refletem nos debates, cada vez mais freqüentes, observados em torno desta questão, haja visto que a falta de saneamento básico tem fortes impactos negativos à saúde da população e ao meio ambiente.

A análise realizada neste trabalho contribui com os estudos sobre estimativas de bem-estar em serviços de saneamento básico. Seu objetivo principal foi estimar a disposição a pagar (DAP) por melhorias nos serviços de saneamento básico na cidade de Palmas-TO e identificar quais os fatores que afetam essa disposição.

A estimação da disposição a pagar por melhorias no serviço de saneamento básico foi obtida pelo método de avaliação contingente através da abordagem de Hanemann (1984) com a forma de eliciação fechada (*close-ended*). Foram utilizados três modelos econométricos para estimar a DAP, a saber: o modelo logit (paramétrico), estimador de Klein e Spady (semi-paramétrico) e estimador de Turnbull (não-paramétrico).

Os resultados econométricos obtidos sugerem que os votos de protesto prejudicam as estimativas da disposição a pagar, visto que, em todos os modelos estimados, a precisão das estimativas foi melhor nos modelos sem os votos de protesto. Logo, os modelos que excluíram os votos de protesto apresentam os melhores resultados.

A disposição a pagar média pela cesta de serviços de saneamento básico foi estimada em R\$ 23,08 pelo modelo logit, pelo estimador semi-paramétrico esse valor foi de R\$ 19,94 e pelo modelo não-paramétrico foi de R\$ 22,48. Logo, a medida mais conservadora para a disposição a pagar foi obtida pelo modelo semi-paramétrico.

A partir dos modelos econométricos pode-se identificar quais as variáveis que afetaram a probabilidade do indivíduo aceitar pagar alguma quantia a mais, pelo serviço de saneamento. A renda domiciliar e a escolaridade do respondente têm um impacto positivo sobre a probabilidade em aceitar pagar e o valor do lance oferecido, negativamente. Considerando a probabilidade de o indivíduo aceitar pagar pelo projeto como uma *proxy* da demanda pelo referido bem. Esse resultado sugere que o saneamento básico é um normal (relação positiva entre demanda e renda) e comum (relação negativa entre demanda e preço)

A partir da agregação da disposição a pagar média estimada, o ganho de bem-estar associado à melhoria na quantidade/qualidade do serviço de saneamento básico variou entre R\$ 8.386.046,16 e R\$ 9.706.617,12 por ano. Considerando a DAP mediana esses valores variam entre R\$ 6.682.761,96 e R\$ 9.706.617,12. Esses valores calculados foram bem inferiores ao total investido no setor nos últimos 12 anos que foi de R\$74.079.081,89.

Com isso, devido aos resultados deste trabalho, pode-se inferir que é necessário fazer elevados investimentos na área de infra-estrutura, principalmente na área de coleta e tratamento de esgotos para que uma maior parcela da população tenha acesso a estes serviços. A DAP agregada indica que a capacidade de pagamento das pessoas é superior ao total investido no setor.

Cabe destacar ainda que a escassez de recursos para suprir as necessidades da população, em termos de esgotamento sanitário, criam um desafio no sentido de encontrar um modelo ótimo de tarifas para financiar tais serviços. A estrutura tarifária deve ser suficiente para cobrir todos os custos de operação e manutenção, bem como garantir os recursos necessários para expandir os sistemas, que por sua vez, cada vez mais são pressionados pelas crescentes demandas.

Uma solução para tal déficit da cobertura da rede de esgotamento sanitário seria a utilização de tarifas subsidiadas para beneficiar a população de baixa renda,

que não deve ser penalizada, pois é exatamente essa parte da sociedade que menos condições têm de arcar com o ônus desse serviço tão essencial.

Portanto, os benefícios diretos advindos da disposição a pagar dos usuários desse serviço e os custos evitados com a poluição hídrica e as doenças de veiculação hídrica, redutíveis através da implantação de projetos dessa natureza, são suficientemente fortes ao ponto de garantir a viabilidade econômica e social por parte dos gestores públicos.

Também cabe destacar algumas possíveis limitações deste trabalho. Primeiro, a interpretação das estimativas apresentadas deve considerar alguns fatores inerentes à metodologia utilizada. A estimativa da disposição a pagar tem como parâmetro um agente representativo, o qual tem seus ganhos de bem-estar anulados. Adicionalmente, tais valores referem-se ao cenário apresentado aos entrevistados. Segundo, conforme a argumentação de Arrow *et al.* (1993), existem fortes evidências de que a disposição a pagar estimada pelo MAC superestima a verdadeira disposição a pagar.

Por fim, espera-se que este trabalho auxilie os gestores públicos para nortear investimentos na área de saneamento básico, devido à importância que este assume na qualidade de vida das populações, nos indicadores sócio econômicos da nação e na qualidade ambiental. Outras pesquisas poderiam ser desenvolvidas para complementar e enriquecer os resultados deste trabalho como, por exemplo, uma pesquisa que englobasse todo o estado, já que esta pesquisa foi realizada apenas na capital, Palmas-TO.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, D. & BELLUZZO JR. W. Infant mortality and child health in Brazil. **Economics and Human Biology**. v.2, n.3, 2004. p.391-410.

ARROW, K.; SOLOW, R.; PORTNEY, P.; LEAMER, E.; RADNER, R.; SCHUMAN, H. **Report of the NOAA panel on contingent valuation**. Federal Register. v. 58,1993. p.4601-4614.

ARAÚJO, Adriano Firmino V. de. **Economia, crime e bem-estar**: estimativas da perda de bem-estar causada pelo crime para a cidade de João Pessoa-PB. 2007. 234f. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007. 234p.

BAUMOL, W. J. & OATES, W. E. **The theory of environmental policy**. Second edition (Reprinted). London: Cambridge University Press, 1998. 299p.

BELLUZZO JR., W. Binary choice under preference uncertainty. Encontro Brasileiro de Econometria. 2005. **Anais ...** Natal: 2005, 19p.

_____. **Testes de confiabilidade para estudos de avaliação contingente**: uma abordagem não-paramétrica. 2004a. 91f. Tese (Livre – docência) – FEA-RP/Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2004.

_____. Semiparametrics approaches to welfare evaluation in binary responses models. **Journal of Business & Economic Statistics**; jul; v. 22. n. 3, 2004b. p. 322-330.

_____. Avaliação contingente para a valoração de projetos de conservação e melhoria dos recursos hídricos. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, vol. 29, n. 1, abril, 1999. p. 113-136.

BISHOP, R. C. & T. A. HEBERLEIN. "Measuring Values of Extramarket Goods: Are Indirect Measures Biased?" **American Journal of Agricultural Economics**. v.61 n.5: 1979. p. 926-30.

BOLFARINE, H. & BUSSAB, W. O. **Elementos de amostragem**. São Paulo: Edgard Blücher. 2005. 274p.

BOYLER, K. J. & BISHOP, R. C. Welfare measurements using contingent valuation: a comparison of techniques. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 70 n.1, February, 1988. p. 20-28.

CAMERON, T. A.; QUIGGIN, J. Estimation using contingent valuation data from a dichotomous choice with follow-up. **Journal of Environmental Economics and Management**. v.27, n.3, 1994. p.218-234.

CAMERON, T. A. A new paradigm for valuing non-market goods using referendum data: maximum likelihood estimation by censored logistic regression. **Journal of Environmental Economics and Management**. v.15, n.3, 1988. p.355-380.

CAMERON, T. A.; JAMES, M. D. Efficient estimation methods for "Closed-ended" Contingent valuation surveys. **Reviews of Economics and Statistics**, v. 69, n.2, 1987. p. 269-276.

CARRERA-FERNANDEZ, J.; MENEZES, W. A avaliação contingente e a demanda por serviço público de esgotamento sanitário: uma análise a partir da região do Alto Subaé. **Nexus Econômicos**, v. 2, n. 4, 2002, p.37-52.

_____ A avaliação contingente e a estimativa da função de demanda por água potável. **Revista Econômica do Nordeste**. v.31, n.1, 2000. p. 8-34.

_____. A avaliação contingente e a demanda por serviço público de coleta e disposição de lixo: uma análise a partir da região do Alto Subaé - Bahia. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 30, n. Especial, 1999. p. 810-827

CREEL, M.; LOOMIS, J. Confidence intervals for welfare measures with application to a problem of truncated counts. **The Review of Economics and Statistics**. v.73, n.2, 1991. p.370-373.

FARIA, D. **Avaliação contingente em projetos de abastecimento de água**. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento/Secretaria de Política Urbana/IPEA, 1995. 121p.

GUJARATI, D. N. **Econometria básica**. Terceira edição. São Paulo: Makron books, 2000. 846p.

HAAB, T. C; McCONNELL, H. Referendum models and Negative Willingness to Pay: Alternative solutions. **Journal of Environmental Economics and Management**. v.32, n.3, 1997. p.251-270.

HAAB, T. C; McCONNELL, H. **Valuing Environmental and Natural Resources: the econometrics of non-market valuation**. Northampton, Elgar Publishing Inc. 2002. 326p.

HANEMANN, W. M. Welfare evaluations in contingent valuation experiments with discrete responses. **American Journal of Agricultural Economics**, vol. 66 n.3. August, 1984. p. 332-341.

_____. Welfare evaluations in contingent valuation experiment with discrete response data: reply. **American Journal of Agricultural Economics**, v.71 n.4. November, 1989. p. 1057-1061.

_____. Willingness to pay and willingness to accept: how much can they differ. **The American Review**, v.81 n. 3, june, 1991. p. 635-647.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios 2005**. CD-ROM, Microdados. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2006.

KLEIN, R. W.; SPADY, R. H. An efficient semiparametric estimator for binary response models. **Econometrica**, v. 61, n.2, 1993. p.387-421.

KOSS, P.; KHAWAJA, M. The value of water supply reliability in Califórnia: a contingent valuation study. **Water Policy**. v.3, n. 2, 2001, p.165-274.

LOOMIS, J.; EKSTRAND, E. Alternative approaches for incorporating respondent uncertainty when estimating willingness to pay: the case of the Mexican Spotted Owl. **Ecological Economics**, v.27, n.1. 1998. p.29-41.

MADDALA, G. S. **Limited-Dependent and Qualitative Variables in Econometrics**. New York: John Wiley & Son, 1983. 401p.

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

McCONNEL, K. E. Models for referendum data: the structure of discrete choice models for contingent valuation. **Journal of Environmental Economics and Management**. v.18, n.1. 1990. p.19-34.

MENDONÇA, M. J.; SEROA DA MOTTA, R. Saneamento e saúde no Brasil. **Texto para a discussão - IPEA**, n. 1081, Rio de Janeiro, 2005.

MENDONÇA, M.; GUTIERREZ, M.; SACHIDA, A.; LOREIRO, P. Demanda por saneamento no Brasil: uma aplicação do modelo logit multinomial. **Anais do XXXI Encontro Nacional de Economia**, CD-Rom, 2003.

MITCHELL, R.; CARSON, R. **Using surveys to value public goods: the contingent valuation method**. Washington, D. C: Resources for the future, 1989. 463p.

PAIXÃO, A. N. **Estimação da disposição a pagar pelos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário da Paraíba: utilizando o método de avaliação contingente**. 2002. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2002.

PEARCE, D. W.; TURNER, R. K. **Economics of natural resources and the environment**. London: Harvester Wheatsheaf, 1990. 378p.

PESSOA, R. **O método de avaliação contingente: uma tentativa de valoração dos ativos ambientais de Roraima**. 1996. 102f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1996.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO - PNUD. **Relatório de Desenvolvimento Humano 2006**. Além da escassez: poder, pobreza e crise mundial da água. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/arquivos/rdh/rdh2006/rdh2006.zip>>. Acesso em 12 de junho de 2007.

RAJE, D.; DHOBE, A.; DESHPANDE, A. Consumer's willingness to pay more for municipal supplied water: a case study. **Ecological Economics**. v. 42, n.3. 2002. p.391-400.

ROSA, A. L.; FONTENELE, R. E.; NOGUEIRA, C. G. Estimativa da demanda de água residencial urbana no estado do Ceará. **Texto para discussão** – IPECE. Fortaleza, 2003. 31p.

SEROA da MOTTA, R. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1998. 216p.

SHAIKH, S.; SUN, L.; KOOTEN, G. Treating respondent uncertainty in contingent valuation: a comparison of empirical treatments. **Ecological Economics**, v.62, n.1. 2007. p. 115-125.

SILVA, Rubicleis Gomes da. **Disposição a Pagar para Evitar Danos à Saúde Oriundos das Queimadas**: uma aplicação do método de valoração contingente no estado do Acre. 2005. 125f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005. 125p.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2005. Brasília: **Ministério das Cidades**. SNSA, 2006.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2006. Brasília: **Ministério das Cidades**. SNSA, 2007.

VARIAN, H. **Microeconomic Analysis**. 3rd. edition. New York: W.W. Norton and Co, 1992. 506p.

ANEXOS

Anexo 1 - Questionário usado na Pesquisa Piloto



CAPTAÇÃO DA DAP PELO SERVIÇO DE SANEAMENTO BÁSICO EM PALMAS-TO

Nº. do Questionário: _____

Nome do Entrevistador _____

Data da Aplicação: ____/____/2008

Endereço: _____

<p>01. Sexo: 0 <input type="checkbox"/> Feminino 1 <input type="checkbox"/> Masculino</p>
<p>02. Idade: _____</p>
<p>03. Você estudou até que série? _____</p>
<p>04. Qual a sua ocupação? (marque apenas uma ocupação, a principal indicada pelo participante)</p> <p>0 <input type="checkbox"/> Desempregado/ Inativo 2 <input type="checkbox"/> Funcionário Privado 4 <input type="checkbox"/> Aposentado/Pensionista</p> <p>1 <input type="checkbox"/> Funcionário Público 3 <input type="checkbox"/> Autônomo/Profissional Liberal</p>
<p>05. Renda do entrevistado: R\$ - _____ por mês.</p>
<p>06. Renda familiar: R\$ - _____ por mês.</p> <p>(No caso de não mencionar o valor) Renda Familiar em Salário Mínimo</p> <p>1 <input type="checkbox"/> Até 1 SM (R\$ 415,00)</p> <p>2 <input type="checkbox"/> De 1 a 3 SM (R\$ 415,00 a R\$ 1.245,00)</p> <p>3 <input type="checkbox"/> De 3 a 5 SM (R\$ 1.245,00 a R\$ 2.075,00)</p> <p>4 <input type="checkbox"/> De 5 a 10 SM (R\$ 2.075,00 a R\$ 4.150,00)</p> <p>5 <input type="checkbox"/> Mais de 10 SM (mais de R\$ 4.150,00)</p>
<p>07. Número de membros da família: _____</p>
<p>08. Moradia: 0 <input type="checkbox"/> Própria 1 <input type="checkbox"/> Alugada 2 <input type="checkbox"/> Emprestada</p> <p> 3 <input type="checkbox"/> Invadida 4 <input type="checkbox"/> Outra</p>
<p>09. O entrevistado é:</p> <p>0 <input type="checkbox"/> Chefe da família 1 <input type="checkbox"/> Cônjuge 2 <input type="checkbox"/> Outro</p>
<p> </p>

10. Quantos cômodos e sanitários possuem a sua residência?		
a) _____ cômodos.	B) _____ sanitários.	
11. Em sua opinião, qual é o problema mais sério da sua comunidade?		
0 <input type="checkbox"/> Abastecimento de água	1 <input type="checkbox"/> Esgoto sanitário	2 <input type="checkbox"/> Luz
3 <input type="checkbox"/> Coleta de lixo	4 <input type="checkbox"/> Pavimentação de rua	5 <input type="checkbox"/> Drenagem
6 <input type="checkbox"/> Transporte coletivo	7 <input type="checkbox"/> Telefones públicos	8 <input type="checkbox"/> Iluminação pública
9 <input type="checkbox"/> Outro: _____		
12. Qual a principal fonte de abastecimento de água de sua casa?		
0 <input type="checkbox"/> Rede geral com canalização interna;		1 <input type="checkbox"/> Poço artesiano/Outros.
13. Você está satisfeito com seu atual sistema de abastecimento de água?		
0 <input type="checkbox"/> Não		1 <input type="checkbox"/> Sim (vá para questão 14)
13.1 Se Não, por quê?		
0 <input type="checkbox"/> Falta de qualidade na água		
1 <input type="checkbox"/> Interrupção do fornecimento do serviço		2 <input type="checkbox"/> Outros motivos.
14. Sua casa está ligada a rede de esgoto? (Se a resposta for sim, vá para questão 16)		
0 <input type="checkbox"/> Não		1 <input type="checkbox"/> Sim
14.1. Para onde vai o esgoto de sua residência?		
0 <input type="checkbox"/> Para fossa séptica		1 <input type="checkbox"/> Para fossa rudimentar
2 <input type="checkbox"/> Corre a céu aberto		3 <input type="checkbox"/> Outros
15. Você gostaria que sua residência fosse servida por rede de esgotamento sanitário?		
0 <input type="checkbox"/> Não		1 <input type="checkbox"/> Sim
16. Para nós é muito importante saber quanto você pagou na sua última conta de água. Valor da conta: R\$ _____.		
Cenário		
O Estado do Tocantins apresenta um baixo índice de cobertura de serviços de saneamento básico, dessa forma é necessário:		
<ul style="list-style-type: none"> • Intensificar a manutenção dos reservatórios de água; • Intensificar a manutenção das estações de tratamento de esgoto e criar novas estações; • Expandir a rede coletora de esgoto e criar mais estações de tratamento de esgoto; 		
Para a população, os benefícios desses investimentos seriam:		
<ul style="list-style-type: none"> • Melhoria na qualidade da água e aumentar a quantidade de água para atender a demanda atual e futura; • Reduzir a quantidade de esgoto jogado nos rios e lagos que abastecem a cidade; • Diminuir a incidência de doenças de veiculação hídrica. (dengue, diarreia, 		

tracoma, conjuntivites, escabiose, cólera etc.)

Os recursos para esses investimentos serão obtidos através de financiamentos diversos e cobrança dos consumidores de água.

17. Para assegurar que a melhoria e expansão dos serviços de saneamento básico (abastecimento de água e rede esgotamento sanitário) é necessário que os consumidores contribuam mensalmente e de forma permanente. Quanto você estaria disposto a pagar A MAIS na sua conta de água para o projeto seja implementado? R\$ _____

18. Qual o nível de certeza relacionado a sua resposta anterior? (em %)

0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Incerteza Absoluta											Certeza Absoluta									

19. Caso não tenha aceitado pagar nada a mais pelo projeto, qual o motivo?

0 A obra não é de seu interesse; **2** Não está satisfeito com os serviços da SANEATINS; **1** Motivos Financeiros; **3** Outro motivo.
Qual? _____

20. Por favor, indique se você possui e a quantidade dos itens listados abaixo:

Televisão	0	1	2	3	4 ou mais
Automóvel	0	1	2	3	4 ou mais
Empregada mensalista	0	1	2	3	4 ou mais
Aspirador de pó	0	1	2	3	4 ou mais
Máquina de lavar	0	1	2	3	4 ou mais
DVD	0	1	2	3	4 ou mais
Geladeira	0	1	2	3	4 ou mais

Muito obrigado pela sua participação.

Anexo 2 - Questionário usado na Pesquisa Final



CAPTAÇÃO DA DAP PELO SERVIÇO DE SANEAMENTO BÁSICO EM PALMAS-TO

Nº. do Questionário: _____

Nome do Entrevistador: _____

Data da Aplicação: ____/____/2008

Endereço _____

01. Sexo: 0 <input type="checkbox"/> Feminino 1 <input type="checkbox"/> Masculino
02. Idade: _____.
03. Você estudou até que série? _____.
04. Qual a sua ocupação? (marque apenas uma ocupação, a principal indicada pelo participante) 0 <input type="checkbox"/> Desempregado/ Inativo 1 <input type="checkbox"/> Funcionário Público 2 <input type="checkbox"/> Funcionário Privado 3 <input type="checkbox"/> Autônomo/Profissional Liberal 4 <input type="checkbox"/> Aposentado/Pensionista
05. Renda do entrevistado: R\$ - _____ por mês.
06. Renda familiar: R\$ - _____ por mês.
(No caso de não mencionar o valor) Renda Familiar em Salário Mínimo 1 <input type="checkbox"/> Até 1 SM (R\$ 415,00) 2 <input type="checkbox"/> De 1 a 3 SM (R\$ 415,00 a R\$ 1.245,00) 3 <input type="checkbox"/> De 3 a 5 SM (R\$ 1.245,00 a R\$ 2.075,00) 4 <input type="checkbox"/> De 5 a 10 SM (R\$ 2.075,00 a R\$ 4.150,00) 5 <input type="checkbox"/> Mais de 10 SM (mais de R\$ 4.150,00)
07. Número de membros da família: _____ .
08. Moradia: 0 <input type="checkbox"/> Própria 1 <input type="checkbox"/> Alugada 2 <input type="checkbox"/> Emprestada 3 <input type="checkbox"/> Inadida 4 <input type="checkbox"/> Outra
09. O entrevistado é: 0 <input type="checkbox"/> Chefe da família 1 <input type="checkbox"/> Cônjuge 2 <input type="checkbox"/> Outro

10. Quantos cômodos e sanitários possuem a sua residência?		
a) _____ cômodos.	b) _____ sanitários.	
11. Em sua opinião, qual é o problema mais sério da sua comunidade? (marque apenas UMA opção)		
0 <input type="checkbox"/> Abastecimento de água	1 <input type="checkbox"/> Esgoto sanitário	2 <input type="checkbox"/> Limpeza Pública
3 <input type="checkbox"/> Coleta de lixo	4 <input type="checkbox"/> Pavimentação de rua	5 <input type="checkbox"/> Drenagem
6 <input type="checkbox"/> Transporte coletivo	7 <input type="checkbox"/> Telefones públicos	8 <input type="checkbox"/> Iluminação pública
9 <input type="checkbox"/> Segurança Pública	10 <input type="checkbox"/> Saúde	
11 <input type="checkbox"/> Outro: _____		
12. Qual a principal fonte de abastecimento de água de sua casa?		
0 <input type="checkbox"/> Rede geral com canalização interna;		1 <input type="checkbox"/> Poço artesiano/Outros.
13. Você está satisfeito com seu atual sistema de abastecimento de água?		
0 <input type="checkbox"/> Não		1 <input type="checkbox"/> Sim (vá para questão 14)
13.1 Se Não, por quê? 0 <input type="checkbox"/> Falta de qualidade na água		
1 <input type="checkbox"/> Interrupção do fornecimento do serviço		
2 <input type="checkbox"/> Outros motivos.		
Qual: _____		
14. Sua casa está ligada a rede de esgoto?		
0 <input type="checkbox"/> Não		1 <input type="checkbox"/> Sim (vá para a questão 16)
14.1. Para onde vai o esgoto de sua residência?		
0 <input type="checkbox"/> Para fossa séptica		1 <input type="checkbox"/> Para fossa rudimentar
2 <input type="checkbox"/> Corre a céu aberto		3 <input type="checkbox"/> Outros
15. Você gostaria que sua residência fosse servida por rede de esgotamento sanitário?		
0 <input type="checkbox"/> Não		1 <input type="checkbox"/> Sim
16. Para nós é muito importante saber quanto você pagou na sua ultima conta de água.		
Valor da conta: R\$ _____.		
Cenário		
O estado do Tocantins apresentam um baixo índice de cobertura de serviços de saneamento básico, dessa forma é necessário:		
<ul style="list-style-type: none"> • Intensificar a manutenção dos reservatórios de água; • Intensificar a manutenção das estações de tratamento de esgoto; • Expandir a rede coletora de esgoto e criar mais estações de tratamento de esgoto; 		
Para a população, os benefícios desses investimentos seriam:		

- Melhoria na qualidade da água e aumentar a quantidade de água para atender a demanda atual e futura;
- Reduzir a quantidade de esgoto jogado nos rios e lagos que abastecem a cidade;
- Diminuir a incidência de doenças de veiculação hídrica. (dengue, diarreia, tracoma, conjuntivites, escabiose, cólera etc.)

Os recursos para esses investimentos serão obtidos através de financiamentos diversos e cobrança dos consumidores de água.

17. Para assegurar a melhoria e expansão dos serviços de saneamento básico (abastecimento de água e rede esgotamento sanitário) é necessário que os consumidores contribuam mensalmente e de forma permanente. Você estaria disposto a pagar A MAIS na sua conta de água, R\$ (*valor*) para que o projeto seja implantado?

0 Não

1 Sim

18. Qual o nível de certeza relacionado à sua resposta anterior? (em %)

0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

Incerteza Absoluta

Certeza Absoluta

19. Caso não tenha aceitado pagar o valor apresentado, qual o motivo?

0 A obra não é de seu interesse. 1 Motivos Financeiros

2 Não está satisfeito com os serviços da SANEATINS

3 Já paga muito imposto. 4 É obrigação do governo

5 Outro motivo. Qual? _____

20. Qual o valor máximo que você estaria disposto a pagar pela implantação do projeto. R\$ _____.

Muito obrigado pela sua participação.

Anexo 3 – Comandos para Estimar e Calcular o Intervalo de Confiança da DAP para o Modelo Logit e o Estimador Klein e Spady através do Instrumento Krinsk-Robb no Pacote Estatístico R

```
#instrumento Krisk-Roob para calcular o interv. de confianca
de dap do logit e estimador kse
#modelo sem protestos
set.seed(12345)
n=10000

#parametros estimados logit

b0l=.0374695
b1l=.0006136
b2l=.1270128
bidl=.0960719

#parametros estimados KSE

blk=.0004003
b2k=.0801482
bidk=.0831898

#diagonal da matrix de cholesky logit

dpb0l=.1236234
dpb1l=.00014601
dpb2l=.03808683
dpbidl=.01150004

#diagonal da matrix de cholesky KSE
dpb1k=.00005657
dpb2k=.01751735
dpbidk=.01553054

#media das variaveis

mb1=1634.256
mb2=9.860759
mbbid=17.3038

#criando o vetor da DAP deterministico logit

dapdetl=(b0l+(b1l*mb1)+(b2l*mb2))/bidl

#criando o vetor da DAP deterministico KSE

dapdetk=log(1+exp((blk*mb1)+(b2k*mb2)))/bidk
```

```

#DAP probabilistica logit

pb0l=b0l+(dpb0l)*rnorm(n)
pb1l=b1l+(dpb1l)*rnorm(n)
pb2l=b2l+(dpb2l)*rnorm(n)

#DAP probabilistica KSE

pb1k=b1k+(dpb1k)*rnorm(n)
pb2k=b2k+(dpb2k)*rnorm(n)

#calculando a DAP logit
dappl=(pb0l+(pb1l*mb1)+(pb2l*mb2))/bidl

#calculando a dap KSE
dappk=log(1 +exp((pb1k*mb1)+(pb2k*mb2)))/bidk

summary(dappl)
summary(dappk)

#criando o vetor da dap ordenado logit
dappls=sort(dappl)
dappls

#criando o vetor da dap ordenado KSE
dappsk=sort(dappk)
dappsk

#pacotes necessarios para estimar densidade de kernel para as
daps
library(lattice)
library(KernSmooth)
library(quantreg)

#estimando das densidades
logit = bkde(dappl, kernel = "epanech")
kse = bkde(dappk, kernel = "epanech")

#vizualizando as funcoes de densidade
plot(logit$x,logit$y,type="l", xlab="DAP - Logit" ,
ylab="Densidade")
lines(logit$x,logit$y,type="l", col="black", lwd=3)
plot(kse$x,kse$y,type="l", xlab="DAP - Klein & Spady",
ylab="Densidade")
lines(kse$x,kse$y,type="l", col="black", lwd=3)

```

Anexo 4 – Comandos para Estimar e Calcular o Intervalo de Confiança da DAP para o Modelo Logit para os Domicílios Conectado e Não-conectados a Rede de Esgotamento Sanitário através do Instrumento Krinsk-Robb no Pacote Estatístico R

```
#instrumento Krisk-Roob para calcular o interv. de confianca
de dap do logit sem e com acesso a rede
#modelo sem protestos
set.seed(12345)
n=10000
```

```
#parametros estimados logit sem rede
```

```
b0=.1375545
b1=.0009925
b2=.1216863
bid=.1230053
```

```
#parametros estimados logit com acesso a rede
```

```
b0r=-.5621779
b1r=.0003873
b2r=.1522864
bidr=.0726522
```

```
#diagonal da matrix de cholesky logit sem rede
```

```
dpb0=.16920638
dpb1=.00024369
dpb2=.05109955
dpbid=.01832827
```

```
#diagonal da matrix de cholesky logit com rede
```

```
dpb0r=.18556999
dpb1r=.00016798
dpb2r=.06061562
dpbidr=.01516247
```

```
#media das variaveis
```

```
mb1=1549.893
mb2=9.320513
mb1r=1756.87
mb2r=10.64596
```

```
#criando o vetor da DAP deterministico logit se rede
```

```
dapdet=(b0+(b1*mb1)+(b2*mb2))/bid
```

```
#criando o vetor da DAP deterministico logit com rede
```

```

dapdetr=(b0r+(blr*mblr)+(b2r*mb2r))/bidr

#DAP probabilistica logit sem rede
pb0=b0+(dpb0)*rnorm(n)
pb1=b1+(dpb1)*rnorm(n)
pb2=b2+(dpb2)*rnorm(n)

#DAP probabilistica logit com rede
pb0r=b0r+(dpb0r)*rnorm(n)
pb1r=b1r+(dpb1r)*rnorm(n)
pb2r=b2r+(dpb2r)*rnorm(n)

#calculando a DAP logit sem rede
dapp=(pb0+(pb1*mb1)+(pb2*mb2))/bid

#calculando a DAP logit com rede
dappr=(pb0r+(pb1r*mblr)+(pb2r*mb2r))/bidr

#pacotes necessarios para estimar densidade de kernel para as
daps
library(lattice)
library(KernSmooth)
library(quantreg)

#estimando das densidades
logit = bkde(dapp,kernel = "epanech")
logitr = bkde(dappr,kernel = "epanech")

#vizualizando as funcoes de densidade
plot(logit$x,logit$y,type="l", xlab="Disposição a Pagar" ,
ylab="Densidade")
lines(logit$x,logit$y,type="l", col="black", lwd=3)
plot(logitr$x,logitr$y,type="l", xlab="Disposição a Pagar",
ylab="Densidade")
lines(logitr$x,logitr$y,type="l", col="black", lwd=3)

```

Anexo 5 – Comandos para Estimar e Calcular o Intervalo de Confiança da DAP para o Estimador Klein e Spady para os Domicílios Conectado e Não-conectados a Rede de Esgotamento Sanitário através do Instrumento Krinsk-Robb no Pacote Estatístico R

```
#programa krisk-roob
#modelo Klein e Spady sem protestos
set.seed(12345)
n=10000

#parametros estimados sem rede
b1=.000468
b2=.043449
bid=.0654537

#parametros estimados com rede
blr=.0010948
b2r=.2890523
bidr=.195932

#diagonal da matrix de cholesky sem rede
dpb1=.00013718
dpb2=.02447337
dpbid=.01332012

#diagonal da matrix de cholesky com rede
dpb1r=.00004521
dpb2r=.01548645
dpbidr=.03249022

#media das variaveis
mb1=1549.893
mb2=9.320513
mb1r=1756.87
mb2r=10.64596

#criando o vetor da DAP deterministico sem rede
dapdet=log(1+exp((b1*mb1)+(b2*mb2)))/bid

#criando o vetor da DAP deterministico com rede
dapdetr=log(1+exp((blr*mb1r)+(b2r*mb2r)))/bidr

#DAP probabilistica sem rede
pb1=b1+(dpb1)*rnorm(n)
pb2=b2+(dpb2)*rnorm(n)
```

```
#DAP probabilística com rede
pb1r=b1r+(dpb1r)*rnorm(n)
pb2r=b2r+(dpb2r)*rnorm(n)

#calculando a dap
dapp=log(1+exp((pb1*mb1)+(pb2*mb2)))/bid
dappr=log(1+exp((pb1r*mb1r)+(pb2r*mb2r)))/bidr

summary(dapp)
summary(dappr)
#criando o vetor da dap ordenado
dapps=sort(dapp)
dapps
dapprs=sort(dappr)
dapprs

#pacotes necessarios para estimar densidade de kernel para as
daps
library(lattice)
library(KernSmooth)
library(quantreg)

#estimando das densidades
kse = bkde(dapp, kernel = "epanech")
kser = bkde(dappr, kernel = "epanech")

#vizualizando as funcoes de densidade
plot(kse$x,kse$y,type="l", xlab="Disposição a Pagar" ,
ylab="Densidade")
lines(kse$x,kse$y,type="l", col="black", lwd=3)
plot(kser$x,kser$y,type="l", xlab="Disposição a Pagar",
ylab="Densidade")
lines(kser$x,kser$y,type="l", col="black", lwd=3)
```

Anexo 6 – Procedimentos para a Aplicação do Método de Avaliação Contingente

1º Estágio: Definindo a Pesquisa e o Questionário
Objeto da Valoração. É necessário determinar o ativo que será estimado e que parcela do valor econômico está se medindo. É relevante especificar quem utiliza o recurso e quem deve pagar ou ser compensado e como ocorrerá a provisão desse ativo;
Medida de Valor. Deverá haver uma escolha criteriosa entre DAR e DAP e uma dessas deve servir de base para a estimação;
Forma de Eliciação do Valor. Deve-se definir qual método de captação da DAP ou DAR será utilizado;
Instrumento (ou Veículo) de Pagamento. Deve-se definir previamente a forma como serão cobrados ou compensados os valores estimados. No caso da DAR, podem-se supor novos subsídios ou o aumento dos já existentes. No caso da DAP, pode-se pensar em novos impostos, tarifas ou taxas;
Forma da Entrevista. Deve-se definir a forma de aplicação do questionário (entre pesquisa pessoal, por telefone ou por correspondência);
Nível de Informação. Deverá ser determinado o conjunto de informações que devem ser prestadas no questionário, tendo em vista que deve ser passada ao entrevistado uma visão realista das alterações na disponibilidade ou qualidade do ativo estudado;
Lances Iniciais. Dependendo da forma de captação da DAR ou DAP, deverá ser construído um intervalo de valores monetários;
Pesquisas Focais. Pode-se construir o intervalo de valores a partir de pequenas pesquisas de captação aberta, realizadas em grupos reduzidos que representem uma parcela do universo da pesquisa;
Desenho da Amostra. A definição da amostra deve obedecer a procedimentos estatísticos padrões, de modo a garantir sua representatividade.
2º Estágio: Cálculo de Estimativas
Pesquisa Piloto e Pesquisa Final. Sempre que possível, a pesquisa final deve ser precedida de uma pesquisa piloto, de modo a testar o questionário utilizado;
Cálculo da Medida Monetária. Dependendo da forma como é obtida a DAR ou DAP, podem-se usar a média ou a mediana para o cálculo do valor esperado da variável;
Agregação dos Resultados. O valor econômico total poderá ser calculado a partir da multiplicação da estimativa do valor esperado com o tamanho da população afetada pela alteração da disponibilidade ou qualidade do ativo analisado.

Fonte: ARAUJO (2007).

Anexo 7 – Rotina para Extrair os Dados da PNAD considerando o Plano amostral

```
* PNAD 2005 - DADOS DO TOCANTINS
* 16/10/08
* V.1.0

cd "c:\tese\"

cap log close
log using to_2005, replace
set more off
set memory 256m

* importando as variaveis da base de domicilios

#delimit;
infix ano 1-4 uf 5-6 controle 5-12 serie 13-15 morado 18-19
espdom 22 aguacan 58 fonagua 59
esgota 66 sitcen 83 strat 161-167 psu 168-174 pesodom 141-145
rendadom 146-157
using dom2005.txt, clear;
#delimit cr

#delimit;
sort controle serie, stable;
format controle %15.0g;
format serie %15.0g;
replace controle = float(controle);
replace serie = float(serie);
keep if espdom == 1;
keep if uf==17;
#delimit cr

save dom_to_2005, replace

* importando as variaveis da base de pessoas

#delimit;
infix ano 1-4 uf 5-6 controle 5-12 serie 13-15
sexo 18-18 idade 27-29 anosest 675-676 pesopes 777-781
pesofam 782-786 using pes2005.txt, clear;
#delimit cr
keep if uf==17

* juntando as base de pessoas e domilios

sort controle serie, stable
merge controle serie using dom_to_2005
keep if _merge == 3
drop _merge

save pes_to_2005, replace

* fazendo ajustes nas variaveis
```

```
format rendadom %15.0g
drop if rendadom==999999995904
drop if anosest == 17

save pes_to_2005, replace

* configurando a base de dados da pnad como amostra complexa

use pes_to_2005, clear

svyset psu [pweight=pesodom], strata(strat) vce(linearized)
singleunit(missing) || _n

svydes, single

* rotina de alocao de estratos com um unico psu em estratos
*com maior numero de observacoes utilizando o arquivo.do
idonepsu

idonepsu , strata(strat) psu(psu) generate(novo_)

drop strat psu
rename novo_str strat
rename novo_psu psu

svyset psu [pweight=pesodom], strata(strat) vce(linearized)
singleunit(missing) || _n

svydes, single

save pes_to_2005, replace

log close
exit
```