

## DISPOSIÇÃO A PAGAR PELA REDUÇÃO DO RISCO DE MORTALIDADE ASSOCIADA A ACIDENTES DE TRÂNSITO E O VALOR DE UMA VIDA ESTATÍSTICA<sup>1</sup>

**Tanara Rosângela Vieira Sousa** - Doutora em Economia Aplicada- Programa de Pós-Graduação em Economia – UFRGS. [tanarasousa@gmail.com](mailto:tanarasousa@gmail.com)

**Sabino da Silva Pôrto Junior** - Doutor em Economia – Professor do Programa de Pós-Graduação em Economia – UFRGS.

**João Antônio Pereira** - Doutor em Economia da Saúde – Professor da Escola Nacional de Saúde Pública – Universidade Nova de Lisboa.

**Flávio Pechansky** - Doutor em Psiquiatria – Professor do Programa de Pós-Graduação em Psiquiatria – UFRGS e HCPA

**Paulina do Carmo Arruda Vieira Duarte** - Secretária Adjunta - Secretaria Nacional de Políticas sobre Drogas (SENAD)

**Raquel De Boni** - Doutoranda em Psiquiatria - Programa de Pós-Graduação em Psiquiatria – UFRGS e HCPA.

Área para Avaliação: **Área 7 - Microeconomia, Métodos Quantitativos e Finanças**

### Resumo

Este estudo estimou a disposição a pagar (*dap*) pela redução do risco de sofrer lesões em um acidente de trânsito e o valor de uma vida estatística (*VSL*), utilizando modelos lineares e não-lineares ajustados através de uma transformação Box-Cox. Os resultados indicam que a *dap* esta relacionada de forma decrescente com a idade e com a não utilização de dispositivos de segurança, mas aumenta com a renda, o tempo de exposição ao trânsito, a experiência com acidentes, para as mulheres e para os que têm dependentes. O valor médio eliciado da *dap* para reduzir a zero o risco das lesões mais graves, que resultam em morte, implicou em *VSL* de cerca de R\$ 13,4 milhões (US\$7,3 milhões) - valor menor, porém comparável ao encontrado para países desenvolvidos e em estudo para o Brasil.

Palavras-chave: Valor de uma vida estatística. Disposição a pagar. Análise custo-benefício. Transformação Box-Cox. Acidentes de trânsito. Percepção de risco.

JEL: C29, D61, I18, J17, R41

### Abstract

This study estimated the respondents' willingness to pay (*wtp*) for the reduction in risk of suffering injuries in a traffic accident, as well as the value of a statistical life (*VSL*), using linear and nonlinear models adjusted by the Box-Cox transformation. The results indicate that the *wtp* decreases with age and with not using safety devices, but increases with income, exposure to traffic, and the accidents experience, for women and for those who have dependents. The average value elicited by *wtp* to reduce to zero the risk of severe injuries that result in death, implied a *VSL* of about R\$13.4 million (US\$ 7.3 million) - lower, but still a comparable value to that found in developed countries, and studied in Brazil.

Key-words: Value of statistical life. Willingness-to-pay. Cost-benefit analysis. Box-Cox transformation. Traffic accidents. Risk perception.

---

<sup>1</sup> Este artigo é baseado na Tese de Doutorado da primeira autora, orientada pelos segundo e terceiro autores, e é um dos resultados do projeto intitulado “Estudo do Impacto do Uso de Bebidas Alcoólicas e Outras Substâncias Psicoativas no Trânsito Brasileiro”, desenvolvido pelo Núcleo de Estudos e Pesquisa em Trânsito e Álcool (NEPTA) do HCPA-UFRGS. A primeira autora foi bolsista CAPES e o projeto teve financiamento da Secretaria Nacional de Políticas sobre Drogas (SENAD).

## DISPOSIÇÃO A PAGAR PELA REDUÇÃO DO RISCO DE MORTALIDADE ASSOCIADA A ACIDENTES DE TRÂNSITO E O VALOR DE UMA VIDA ESTATÍSTICA

### 1. Introdução

Os acidentes de trânsito são um problema de saúde pública, pelo impacto econômico e social decorrente de mortes e lesões que ocorrem as dezenas e centenas de milhares a cada ano no Brasil, respectivamente. Além disso, este problema é maior entre determinados grupos: como condutores jovens, motociclistas, pedestres idosos, mulheres em situação de carona (PEDEN *et al.*, 2004). Este estudo se propõe a estimar o quanto os indivíduos estão dispostos a pagar para reduzir seu risco de envolver-se em um acidente de trânsito na cidade de Porto Alegre, através da metodologia de valoração contingente (*MVC*).

A *MVC* apóia-se no *trade off* entre riqueza e risco, enfrentado diariamente pelos indivíduos, de modo a inferir quanto os indivíduos estão dispostos a abrir mão da riqueza que dispõem para reduzir o risco de morte, sob pena de não poderem desfrutar desta riqueza eles mesmos. A *MVC* tornou-se uma das técnicas mais utilizadas para avaliação de bens onde não existe um mercado, ou seja, onde não há um sistema de preços que revele preferências, e vem sendo aplicada desde a década de 1960 para avaliação de ativos ambientais, programas de segurança, saúde e políticas públicas. As principais premissas desta abordagem são: i) que as decisões sociais devem, na medida do possível, refletir os interesses, preferências e atitudes em relação ao risco daqueles que são suscetíveis de serem afetados pelas decisões em ambiente de incerteza; ii) que no caso da segurança pública, e pode-se atribuir também à segurança no trânsito, estes interesses e preferências podem ser mais efetivamente representadas em termos das quantias que os indivíduos estariam dispostos a pagar (ou exigir em compensação) para variações na probabilidade de morte ou lesões, durante um período de tempo (JONES-LEE, HAMMERTON e PHILIPS, 1985).

Desta maneira, portanto, a *MVC*, perceptível através da taxa marginal de substituição entre riqueza e risco – chamado também de ‘valor de uma vida estatística’ (*value of statistical life - VSL*) – incorpora valores que são utilizados na prevenção (a oferta de bens públicos) nos moldes das avaliações de custo-benefício. O *VSL* é um conceito central em economia da saúde, apresentado através dos estudos de custo-benefício<sup>2</sup>, e tem uma interpretação significativa em termos de valor monetário descontado da expectativa de vida restante dos indivíduos, e da mudança nesta expectativa (JOHANSSON, 2001). Esta metodologia, em contraponto a outras, como o *approach* do capital humano - baseia-se nas preferências subjetivas e nos últimos tempos tem havido uma valorização destes estudos chamados *ex-ante*, investigando antes, o quanto os indivíduos estariam dispostos a pagar (*dap*) para reduzir o risco de exposição a circunstâncias que levem a morte ou a lesões (HENSHER *et al.*, 2009).

Este estudo, procura avaliar a disposição a pagar para reduzir o risco de sofrer com as possíveis lesões de um acidente de trânsito, a partir de um modelo desenvolvido por Jones-Lee na década de 1970 e largamente utilizado para avaliações de segurança no trânsito e de saúde (JONES-LEE, 1974; JONES-LEE, HAMMERTON e PHILIPS, 1985; PERSSON, NORINDER e SVENSSON, 1995; PERSSON *et al.*, 2001; ANDERSSON, 2007; BHATTACHARYA, ALBERINI e CROPPER, 2007)

O objetivo deste estudo, portanto, é estimar a *dap* dos entrevistados pela redução no seu próprio risco de envolvimento em um acidente de trânsito e obter o valor de uma vida estatística. Procurou-se examinar também: i) se as *daps* com resposta igual a zero refletem votos de protesto ou apenas as preferências dos indivíduos, ii) que características individuais, de experiência no trânsito, percepção de risco e comportamento de risco, afetam a *dap*.

Este artigo está dividido em cinco seções: a seção que segue faz uma breve revisão do modelo teórico que embasa este estudo; a terceira relata a estratégia empírica, a quarta seção trata

---

<sup>2</sup> A análise custo-benefício é uma forma de avaliação econômica completa porque tem seus custos e resultados medidos e avaliados, ambos em termos monetários (DRUMMOND *et al.*, 2005).

dos resultados, e a quinta os discute comparando aos resultados encontrados internacionalmente e apresenta as considerações finais.

## 2. Referencial Teórico

O *VSL*, por ser o benefício monetário estimado, é equivalente ao valor monetário da redução do risco para prevenir uma morte estatística. As avaliações de custo-benefício, em saúde, questões de segurança ou outras áreas, são utilizadas para ampliar o conjunto de informação em que se baseiam os tomadores de decisão na implementação de políticas públicas.

Assumiremos neste estudo, um modelo padrão de análise do custo incorrido para evitar uma morte e os benefícios que podem ser extraídos do tempo extra de vida, empregado por Jones-Lee para analisar as variações compensatórias das mudanças das probabilidades individuais de um acidente fatal (JONES-LEE, 1974)<sup>3</sup>. Considerando um modelo de um único período, o indivíduo enfrenta duas possibilidades para cada nível de riqueza,  $w$ , com que ele começa o período  $t$  em curso: ou ele viverá o período corrente, e desfrutará juntamente com sua família da riqueza  $w$ ; ou poderá morrer durante o período e seus dependentes irão dispor desta riqueza. O que significa dizer que há apenas dois estados do mundo relevantes: vida ( $v$ ) e morte ( $m$ ). A utilidade de  $w$ <sup>4</sup> nos dois estados é definida como  $u_s(w)$ , onde  $s \in [v, m]$ <sup>5</sup>. Sendo  $p$ , o risco de mortalidade, o indivíduo maximizará sua utilidade esperada de von Neuman-Morgenstern:

$$E(U_{w,p}) = pu_m(w) + (1 - p)u_v(w) \quad (1)$$

Dado que o indivíduo viverá durante todo o período atual, preferirá mais riqueza a menos, e também será financeiramente avesso ao risco, isso significa que:

$$\frac{\partial u_v(w)}{\partial w} > 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial^2 u_v(w)}{\partial w^2} < 0 \quad (3)$$

Ou analogamente, mesmo que morra durante o período atual, assumiremos que o indivíduo que não tem aversão a seus herdeiros, também não desejará mais ou menos risco financeiro para eles, portanto:

$$\frac{\partial u_m(w)}{\partial w} \geq 0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial^2 u_m(w)}{\partial w^2} \leq 0 \quad (5)$$

No entanto, parece razoável supor que para qualquer nível de riqueza  $w$ , o indivíduo preferirá a vida à morte, de modo que:

$$u_v(w) > u_m(w) \quad (6)$$

Outra hipótese assumida é que o indivíduo apresenta uma maior sensibilidade a variações na sua riqueza ou ao risco financeiro, se ele espera viver durante todo o período. Logo:

$$\frac{\partial u_v(w)}{\partial w} > \frac{\partial u_m(w)}{\partial w} \quad (7)$$

$$\left| \frac{\partial^2 u_v(w)}{\partial w^2} \right| > \left| \frac{\partial^2 u_m(w)}{\partial w^2} \right| \quad (8)$$

<sup>3</sup> Este é um dos estudos seminais na área de estudos de valoração contingente, que norteou o desenvolvimento para aplicações em economia da saúde e do meio-ambiente (DRUMMOND *et al.*, 2005).

<sup>4</sup> Assume-se que a riqueza não está sujeita a incerteza.

<sup>5</sup> As funções são únicas até para a mesma transformação linear, contínuas, e diferenciáveis de segunda ordem.

Por outro lado, esta hipótese pode não ser plausível, se o indivíduo for altruísta e pensar mais no padrão de vida de seus dependentes após sua morte, sendo, portanto mais sensível às variações na riqueza e ao risco financeiro, o que justifica, por exemplo, a demanda positiva por contratos de seguros de vida.

O indivíduo, sob as hipóteses do modelo, enfrenta um *trade off* entre risco e riqueza. Suponha agora, que este indivíduo tem a riqueza  $\bar{w}$  (para  $\bar{w} > 0$ ) e enfrente uma probabilidade  $\bar{p}$  ( $0 < \bar{p} < 1$ ) de morte no período corrente. A utilidade esperada, então, é dada por:

$$E(U_{w,\bar{p}}) = \bar{p}u_m(\bar{w}) + (1 - \bar{p})u_v(\bar{w}) \quad (9)$$

Onde  $u_s(\bar{w})$  é igual a  $u_s(w)$ , considerando que  $w = \bar{w}$ .

Assume-se ainda que se for oferecido ao indivíduo a possibilidade de reduzir sua probabilidade de morte no período atual, de  $\bar{p}$  para  $p$  (para  $p < \bar{p}$ )<sup>6</sup>, ele estaria disposto a abrir mão da quantia  $d$  para redução da probabilidade de morte. A quantia máxima que ele estaria disposto a pagar é a quantia que o deixará no mesmo nível de utilidade da condição inicial. Assim, o  $d$  ótimo será dado por:

$$pu_m(\bar{w} - d) + (1 - p)u_v(\bar{w} - d) = \bar{p}u_m(\bar{w}) + (1 - \bar{p})u_v(\bar{w}) \quad (10)$$

Por outro lado, se ele estiver disposto a aumentar a probabilidade do desfecho adverso, o fará somente se houver uma compensação que irá aumentar sua riqueza de modo que a igualdade em (10) seja verificada (neste caso  $d < 0$ ).

A definição dada por (10) nos remete a variação compensatória Hicksiana da riqueza, dada pela mudança de probabilidade de  $\bar{p}$  para  $p$ . A relação funcional entre  $d$  e  $p$  pode ser dada por  $d(p)$ , e pode ser representada graficamente (Figura 1):

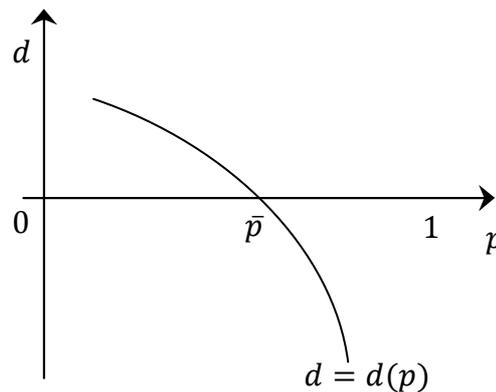


Figura 1 – Relação da disposição a pagar/aceitar e probabilidade de morte

Fonte: Jones-Lee (1974).

Logo,  $d$  é positiva para  $p$  menor que  $\bar{p}$ , pois o indivíduo está disposto a pagar para aumentar sua segurança diminuindo a probabilidade de risco; e  $d$  é negativa para valores de  $p$  maiores que  $\bar{p}$ , uma vez que ele vai exigir uma indenização para aceitar risco maior<sup>7</sup>.

Assim, o valor de uma vida estatística (*VSL*) é a taxa marginal de substituição entre riqueza e risco, que pode ser interpretada ainda como a disposição a pagar, que resulta na variação da riqueza, para um pequeno incremento na taxa de sobrevivência – ou seja, por uma  $\partial p$  na probabilidade de morte. Diferenciando a equação (1), mantendo constante a utilidade esperada, obtemos uma estimativa para *VSL*, dada por:

<sup>6</sup> Consideradas as restrições impostas pela condição de primeira ordem de  $u_s(w)$  em relação a  $w$ , e pela equação (3).

<sup>7</sup> Diferenciando (10) com respeito a  $p$ :  $\frac{\partial d}{\partial p} = \frac{u_v - u_m}{pu'_m + (1-p)u'_v} \frac{\partial^2 d}{\partial p^2} = \frac{[pu'_m + (1-p)u'_v](u'_v - u'_m)(\partial d / \partial p)}{-(u_v - u_m)\{[pu''_m + (1-p)u''_v](\partial d / \partial p) + (u'_v - u'_m)\}}$ ; então de (2), (4) e (7),  $u'_v < u'_m \leq 0$ ; enquanto de (3), (5) e (8),  $u''_v < u''_m \leq 0$ ; de (6), (11) e (13),  $\frac{\partial d}{\partial p} < 0$ ; e de (6), (12), (13), (14) e (15), resulta  $\frac{\partial^2 d}{\partial p^2} < 0$ .

$$VSL = \left. \frac{\partial w}{\partial p} \right|_{E(U)cte.} = \frac{u_v - u_m}{pu'_m(w) + (1-p)u'_v(w)} \quad (11)$$

Assumindo ainda as hipóteses dadas pelas equações (2) a (8), percebe-se que o *VSL* é crescente tanto para a riqueza  $w$ , quanto para o risco base  $p$ . Ou seja, um maior nível de riqueza aumenta a utilidade de se manter vivo – um aumento no numerador de (11), e diminui o custo esperado de recursos gastos com a redução do risco, dado pelo denominador. Um  $p$  maior (um risco de morte maior) reduziria o valor do denominador em (11), aumentando o *VSL*, dado (4) (ANDERSSON, 2007).

O *VSL* é a taxa marginal de substituição entre riqueza e risco, obtido efetivamente nos estudos de valoração contingente através da máxima disposição a pagar<sup>8</sup> dos indivíduos por uma variação no risco, de modo a manter a utilidade constante, portanto:

$$VSL = \frac{dap}{\Delta p} \quad (12)$$

A representação dada por (12) implica que a *dap* é proporcional a magnitude da redução do risco, mas a verdadeira relação da *dap* pela  $\Delta p$  é somente quase proporcional, desde que as curvas de indiferença por riqueza e risco de mortalidade são estritamente convexas, dadas as hipóteses assumidas (Figura 2).

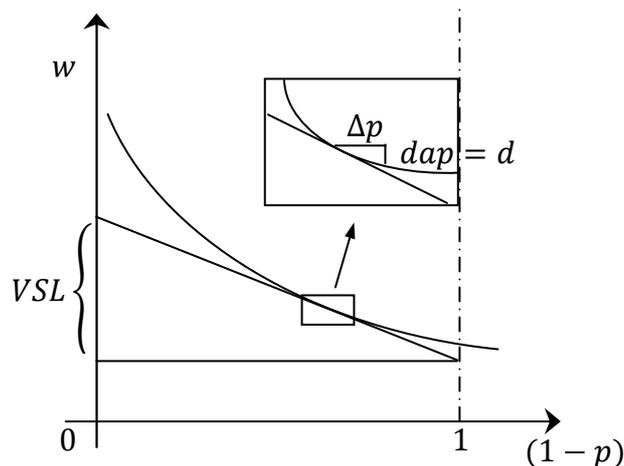


Figura 2 – Relação da disposição a pagar/aceitar e probabilidade de morte

Fonte: Andersson (2007).

A partir de (11), uma variação negativa no risco de mortalidade  $\Delta p$ , aumentará o denominador, pois  $u'_m \geq 0$  e o efeito em *VSL* será menor ou igual a<sup>9</sup>

$$\frac{1}{1 + \frac{\Delta p}{1-p}} \quad (13)$$

Além das variações na renda/riqueza e no risco, o que mais pode afetar o *VSL*? As evidências empíricas sugerem que as características dos indivíduos podem afetar suas preferências e conseqüentemente sua taxa marginal de substituição de riqueza por segurança.

Uma das principais características que afetam a disposição a pagar pela redução no risco, e conseqüentemente o próprio *VSL*, é a idade, sabidamente: a *VSL* vai variar durante o ciclo de vida

<sup>8</sup> A partir desta equação, a disposição a pagar passa a ser representada por *dap*, para a representação que a partir de (10) está apresentada como *d*.

<sup>9</sup> Desde que o risco base é usualmente muito pequeno, e  $\Delta p \leq p$ , este efeito é negligenciável.

dos indivíduos, pois estes maximizam o valor esperado descontado da utilidade do consumo  $c$ , proporcionado por  $w$ , aqui representado pela função valor  $v$  (JOHANNESSON e JOHANSSON, 1996; JOHANSSON, 2001; ALBERINI *et al.*, 2006; ANDERSSON, 2007):

$$v(\tau) = \int_{\tau}^{\infty} u[c^*(t)] e^{-\theta(t-\tau)} \mu(t) dt \quad (14)$$

onde (\*) indica um valor ao longo do caminho ótimo;  $\theta$ , a taxa marginal de preferência pelo tempo – sob a hipótese de independência da idade; e  $\mu(t)$ , a função de sobrevivência do indivíduo. A equação (15) pode ser utilizada para obter a *dap* máxima para uma mudança de probabilidade de sobrevivência no tempo  $\tau$ , tanto para uma redução imediata quanto latente<sup>10</sup> da taxa de risco.

Assim, uma queda imediata na taxa de risco na idade  $\tau$ , com duração  $\epsilon$ , implicaria na redução no risco de mortalidade, que aumentaria o valor de  $v(\tau)$  através de  $\mu(t)$ , e o *VSL* é derivado pela descoberta da quantia de consumo que o indivíduo estaria disposto a desistir, para se manter no mesmo nível de utilidade. Neste modelo de ciclo de vida, o *VSL* é dado por:

$$VSL(\tau) = \frac{v(\tau)}{\varphi^*(\tau)} \approx \frac{dap(\tau)}{\epsilon dp} \quad (15)$$

onde  $\varphi^*(\tau)$  é a utilidade marginal da renda e  $\epsilon dp$ , a redução do risco no período  $\epsilon$ .

### 3. Estratégia Empírica

Esta seção além de apresentar a *MVC* e as evidências empíricas que embasaram este estudo, descreve o *survey*, o questionário, os dados, e proporciona uma breve revisão do método econométrico utilizado.

#### 3.1 A metodologia de valoração contingente

Os estudos de valoração contingente apresentam aos entrevistados, cenários hipotéticos sobre programas de saúde, segurança no trânsito ou outro bem, e convida-os a pensar sobre a eventualidade de existir um mercado para tal programa ou benefício, induzindo-os, então, a revelar o máximo que estariam ‘dispostos a pagar’ para obter tal benefício ou arranjo. A *dap* é uma medida de valor baseada na premissa de que o valor de um bem é simplesmente o que ele vale para quem o consome tendo em vista o benefício esperado. A quantia que um indivíduo está disposto a pagar por um bem particular pode ser maior, menor ou igual ao custo deste bem e variará de um indivíduo para outro, além de poder decrescer em função de quanto do bem, o indivíduo já dispõe.

Apresentamos a seguir as técnicas de eliciação mais utilizadas e as evidências empíricas, tanto de uso das técnicas, quanto dos resultados encontrados.

##### 3.1.1 Como eliciar a *dap*

Há diversas técnicas de eliciação da *dap*, que podem ser utilizadas em um estudo de valoração contingente, e dependem do modo como as questões são construídas; estas podem ser abertas (*open-ended*) ou fechadas (*closed-ended*)<sup>11</sup>.

- (i) As questões abertas, por seu formato contínuo, possibilitam a vantagem de se obter a máxima *dap* diretamente e podem ser utilizados na forma de lances livres, cartões de pagamento, ou os jogos de leilão.
- (ii) As questões fechadas, ou de formato discreto (escolha dicotômica simples ou *referendum*), permitem que os respondentes apenas digam se desejam ou não pagar um preço único dentre

<sup>10</sup> Latência no sentido de que o evento pode começar, mas levar um tempo até ter seus efeitos perceptíveis.

<sup>11</sup> Existe diversa literatura e manuais sobre a metodologia de valoração contingente e dentre eles destacam-se: Mitchell e Carson (1989) e Drummond *et al* (2005).

um conjunto de preços pré-determinados – o que é mais próximo ao que ocorre nos mercados reais. Esta técnica é uma das mais utilizadas na literatura, porém tem a desvantagem de não obter a máxima *dap* diretamente, mas através de um indicador discreto, além de exigir mais respostas para se obter resultados com a mesma precisão estatística.

### 3.1.2 As evidências empíricas

Os estudos de valoração contingente têm presença ampla na literatura internacional, tanto na valoração de bens ambientais, quanto nas avaliações de programas de transporte e saúde. Como já referido, os trabalhos seminais em valoração contingente começaram exatamente em relação à segurança de transporte e ganharam espaço ao longo das últimas décadas em outras áreas (DRUMMOND *et al.*, 2005). Apresenta-se a seguir evidências encontradas por alguns destes estudos, primeiramente em avaliações em saúde e posteriormente alguns que estimam a *dap* e o *VSL* pela redução do risco de morte em acidentes de trânsito.

Alberini e Krupnick entre outros autores têm contribuído com diversos estudos que avaliam questões de saúde e redução no risco de morte, além da preferência intertemporal. Estimaram a *dap* para evitar a recorrência de episódios da doença respiratória aguda mais frequentemente experimentada pelo respondente, para Taiwan (ALBERINI *et al.*, 1997). Para Ontário/Canadá, estimaram a *dap* pela redução no risco futuro e corrente de morte associada a questões ambientais, para a população de 40 a 75 anos (KRUPNICK *et al.*, 2002).

Ainda analisando programas de saúde, mas focado na técnica de eliciação, para estimar os benefícios e custos de três programas de intervenção nos cuidados médicos de pacientes da doença de Alzheimer, Nocera, Bonato e Telser (2002) encontraram que a *dap* obtida através da técnica de escolha dicotômica foi a de maior valor, contrariamente ao que aconteceu ao método de cartões de pagamento. Blumenschein *et al.* (2001), também no sentido de aprimorar o método comparou um programa de tratamento da asma real com outro hipotético. Os resultados indicam que os pacientes estão mais dispostos a comprar o bem hipotético, além do que as questões de escolha binária podem viesar o método, o que poderia ser corrigido através de uma segunda questão. Dois estudos empíricos foram feitos – para a Noruega e Portugal – com o objetivo de medir a extensão da variação na *dap* em função do resultado de saúde. Os resultados mostraram que não foram significativas estatisticamente as diferenças na *dap* com diferentes tamanhos de resultados em saúde, violando o axioma de monotonicidade das preferências de que mais é melhor que menos (OLSEN, DONALDSON e PEREIRA, 2004).

Um dos estudos pioneiros em segurança de transporte em termos de valor estatístico da vida foi o de Jones-Lee em 1974, tendo desenvolvimento em termos empíricos nas décadas que se seguiram. Jones-Lee, Hammerton e Philips (1985) apresentam o desenho de um estudo de valoração contingente, através do uso de questionários cujos principais resultados indicam que as variações na distribuição da renda não têm efeito sobre o *VSL* definido pela *dap* média da população. Posteriormente, testam um questionário para mudanças nos riscos de acidentes de trânsito não-fatais, e as disparidades entre as ‘disposição a pagar por segurança’ e a ‘disposição a aceitar risco’, em um estudo para o Reino Unido, cujos resultados sugerem que as preferências por risco e segurança são imprecisas (DUBOURG, JONES-LEE e LOOMES, 1993). Posteriormente, em um estudo para a Suíça, a *MVC* foi utilizada para estimar a *dap* pela redução no risco de ser vítima de um acidente de trânsito, concentrando nos custos humanos, como dor, sofrimento e luto. Os resultados encontrados sugerem que os entrevistados são sensíveis a severidade da lesão (SCHWAB-CHRISTIE e SOGUEL, 1996).

Persson, Norinder e Svensson (1995) e Persson *et al.* (2001) investigaram, para a Suécia, os fatores que influenciam na *dap* para redução no risco de acidentes de trânsito: o resultados indicam que a *dap* cresce com a renda, com o tempo passado no trânsito e com a percepção do seu próprio risco (risco absoluto), e decresce com a redução do risco – propostas distintas variações no risco para o indivíduo. Andersson (2007) estimou também a *dap* pela redução no risco de mortalidade no trânsito, usando os mesmos dados do estudo de 2001, mas utilizando critérios de exclusão de casos

da amostra, e avaliando também os efeitos da idade, do estado de saúde e diferenças na percepção do risco (subjetivo) comparado ao risco objetivo de morte por acidente de trânsito. Bhattacharya, Alberini e Cropper (2007), utilizam também um estudo de valoração contingente para a cidade de Delhi – Índia, para estimar a *dap* para redução no risco de morte em acidentes de trânsito através de três cenários distintos, representando as características das ocorrências de mortes no trânsito da cidade. Os resultados corroboram a literatura, pois a *dap* aumenta com a renda, com a exposição ao trânsito e com reduções no risco de morte. Além disso, o *VSL* varia entre os grupos de beneficiários (por exemplo pessoas que viajam a trabalho e usuários de motocicletas).

### 3.2 O survey de valoração contingente

#### 3.2.1 A amostra

O estudo consistiu em um estudo transversal na cidade de Porto Alegre-RS, cujas entrevistas presenciais ocorreram no período de 04 de agosto a 22 de setembro de 2009<sup>12</sup>. A amostragem foi realizada por quotas da população de residentes maiores de 18 anos, e tiveram como base o gênero, faixa etária (18 a 24 anos, 25 a 34 anos, 35 a 44 anos, 45 a 59 anos e 60 anos e mais) e região da cidade (os mais de 90 bairros da cidade são agrupados em 16 regiões<sup>13</sup>). Obteve-se assim, 128 quotas com a distribuição percentual da população estimada para cada uma delas. Considerada margem de erro de 3%, intervalo de confiança de 95% e população de Porto Alegre de cerca de 1,4 milhões de habitantes - o tamanho da amostra foi estimado inicialmente em  $N = 1067$ <sup>14</sup>.

#### 3.2.2 O desenho dos cenários

Para obter a máxima *dap*, foram apresentados aos entrevistados cenários hipotéticos, descrevendo tanto a doença – o contexto de um acidente de trânsito, quanto os benefícios da intervenção; e um veículo ou modo de pagamento. Com o objetivo de captar a *dap* pela redução do risco em situações distintas, apresentou-se os desfechos em uma escala crescente de gravidade de lesões causadas por um acidente de trânsito. O veículo de pagamento foi apresentado na forma de um bem ‘privado’, de modo que não fosse confundido como taxas ou impostos, uma vez que houve grande recusa e protestos por ocasião do estudo-piloto quando se referiu a uma ‘contribuição’ como forma de pagamento para reduzir o risco. Portanto, foi apresentado o veículo de pagamento, na forma de um “dispositivo de segurança” como um novo tipo de *airbag* - que diferentemente do convencionalmente comercializado apenas para veículos, poderia ser usado também por pedestres, motociclistas e ciclistas, e seria ativado imediatamente em caso de acidente, reduzindo as possíveis lesões causadas.

O modo de efetuar o pagamento por este dispositivo também foi estabelecido de tal forma que o valor pudesse ser usado como uma medida anual, na forma de aluguel do mesmo e não na compra do bem final (pois a durabilidade do mesmo teria que entrar em discussão e dificultaria a maneira de transformar isso em um valor anual).

A primeira questão apresentada após a explicação do estudo foi:

*“O (A) sr (a) estaria disposto a pagar por este dispositivo, para reduzir o risco de sofrer lesões em um acidente de trânsito?”*

Se a resposta obtida fosse positiva, era apresentada ao entrevistado a seguinte questão:

*“Suponha então, um acidente que teria que permanecer hospitalizado por alguns dias e deixar de fazer suas atividades habituais (de trabalho, estudo, etc) por pelo menos 3 meses, sendo necessário continuar a fazer fisioterapia por mais 6 meses. Qual a quantia máxima*

<sup>12</sup> As entrevistas foram feitas em locais de grande circulação de pessoas, por uma equipe de 11 entrevistadores.

<sup>13</sup> Conforme Observatório da Cidade de Porto Alegre e Atlas do desenvolvimento humano da região metropolitana de Porto Alegre, disponível em: <http://www.observapoa.palegre.com.br/>.

<sup>14</sup> Para detalhes da amostragem, treinamento e perfil dos coletadores, ver Sousa (2010).

*que estaria disposto (a) a pagar por este dispositivo, para reduzir o risco deste tipo de lesão, à metade?”*

A seguir era mostrado um cartão de pagamento com 26 diferentes opções de valores além da opção de qualquer outro valor. Esta técnica de eliciação foi utilizada, por aumentar a taxa de resposta por confrontar o respondente com uma ordenada sequência de lances onde ele escolhe sua máxima *dap* (MITCHELL e CARSON, 1989). As questões foram feitas de forma a possibilitar o entendimento objetivo por todos os respondentes, independente de sua faixa etária, escolaridade ou nível de renda<sup>15</sup>.

Uma simplificação a mais foi introduzida com o objetivo de reduzir o tempo médio de entrevista e assim aumentar o número de questionários finalizados: a partir da resposta à questão anteriormente apresentada, era acrescentada mais gravidade ao acidente e novo percentual de redução do risco. O terceiro e último cenário confrontava o entrevistado com a ‘disposição a pagar’ para reduzir a zero a chance de ter um acidente fatal.

### 3.2.3 O questionário

Além das questões apresentadas anteriormente, referentes a *dap*, e que compreenderam o último bloco de questões, o questionário foi composto por mais dois blocos: o primeiro, incluindo questões sócio-demográficas; e o segundo, questões referente a experiência e comportamento no trânsito, envolvimento em acidentes de trânsito e percepção de risco de se envolver em um acidente fatal.

As questões sobre a percepção de risco foram feitas em dois estágios: i) apresentou-se o risco objetivo de morrer em um acidente de trânsito na cidade de Porto Alegre – 11 em 100.000<sup>16</sup> - e solicitado que revelassem se consideravam ter um risco maior, menor ou igual (risco relativo); ii) com a informação anterior, e a apresentação de um cartão com seis faixas<sup>17</sup>, solicitou-se que revelassem também qual faixa de risco consideravam como sendo o seu risco (risco absoluto) - questões baseados em estudos de percepção de risco e valoração contingente (KIDHOLM, 1995; PERSSON, NORINDER e SVENSSON, 1995).

### 3.2.4 O critério de exclusão

Foi utilizado como critério de exclusão, para evitar a influência de *daps* não realísticas que poderiam causar viés de estimativas, as observações cuja *dap* para a questão do óbito fosse superior a 20% da renda familiar anual declarada. Critério semelhante foi utilizado por Andersson (2007) em seu estudo para a Suécia, cujo critério de exclusão foi *dap* superiores a 5% da renda; e Schwab-Christie e Soguel (1996), para a Suíça estabelecem-no em 10% da renda.

## 3.3 As estatísticas descritivas

As estatísticas descritivas das variáveis explicativas são apresentadas na Tabela 1, tanto para amostra total, como considerando o critério de exclusão. A coleta de dados proporcionou entrevistas completas em 97,5% dos casos iniciados, num total de 1104 observações, no entanto como alguns indivíduos não quiseram declarar a renda familiar e observados os critérios de exclusão quanto à *dap*, esta análise conta com 898 casos. As características desta amostra não variam muito em relação à amostra original e à população da cidade de Porto Alegre e estado do Rio Grande do Sul: como média de renda e nível educacional (ver dados da PNAD em IBGE, 2008).

<sup>15</sup> Para mais detalhes desta pesquisa, desenho amostral, questionário e cartões de pagamento ver Sousa (2010).

<sup>16</sup> Dados baseados nas estatísticas da Empresa Pública de Transporte e Circulação (EPTC) para o ano de 2007.

<sup>17</sup> As faixas eram: 0 a 5, 6 a 10, 11, 12 a 15, 16 a 20, 21 e +; com denominador 100.000, usualmente utilizado na apresentação de riscos em epidemiologia (SOUSA, 2010).

Tabela 1 – Estatísticas descritivas das variáveis explicativas

Variável	Amostra total (N= 1104)	dap ≤ 20% da renda familiar* (N= 898)	
Sexo	Feminino	0.554 (0.015)	0.547 (0.016)
Idade	(média)	39.921 (15.813)	40.499 (16.005)
Faixa etária	18 a 24 anos	0.200 (0.012)	0.189 (0.013)
	25 a 34 anos	0.233 (0.013)	0.231 (0.014)
	35 a 44 anos	0.196 (0.012)	0.202 (0.013)
	45 a 59 anos	0.225 (0.013)	0.217 (0.014)
	60 anos e mais	0.147 (0.011)	0.161 (0.012)
Possui dependentes	Sim	0.485 (0.015)	0.484 (0.017)
Anos de estudo	(média)	11.137 (3.647)	11.185 (3.707)
Renda familiar	(média mensal)	2888.16 (3010.90)	2954.58 (3015.69)
Renda familiar	até 1 salário mínimo	0.043 (0.006)	0.043 (0.007)
	1 a 2 salários mínimos	0.134 (0.010)	0.130 (0.011)
	2 a 3 salários mínimos	0.131 (0.010)	0.130 (0.011)
	3 a 6 salários mínimos	0.333 (0.014)	0.321 (0.016)
	6 a 10 salários mínimos	0.196 (0.012)	0.204 (0.013)
	+ de 10 salários mínimos	0.162 (0.011)	0.171 (0.013)
Tempo no trânsito/dia	(média)	2:59 (2:47)	2:57 (2:46)
Costuma dirigir	Sim	0.412 (0.015)	0.413 (0.016)
Motorista profissional	Sim	0.057 (0.007)	0.059 (0.008)
Usa motocicletas	Sim	0.050 (0.007)	0.046 (0.007)
Envolvimento em acidente	Sim	0.357 (0.014)	0.347 (0.016)
Pessoa próxima envolvida em acidente	Sim	0.657 (0.014)	0.635 (0.016)
Já dirigiu após beber além limite	Não se aplica	0.633 (0.015)	0.627 (0.016)
	Não	0.193 (0.012)	0.195 (0.013)
	Sim	0.174 (0.011)	0.178 (0.013)
Carona c/ condutor que bebeu	Nunca	0.550 (0.015)	0.560 (0.017)
	Às vezes	0.378 (0.015)	0.367 (0.016)
	Sempre	0.071 (0.008)	0.072 (0.009)
Uso cinto segurança – carona frente	Sempre	0.790 (0.012)	0.785 (0.014)
	Nunca	0.021 (0.004)	0.019 (0.005)
	As vezes	0.054 (0.007)	0.050 (0.007)
	Não se aplica	0.133 (0.010)	0.146 (0.012)
	0 a 5 em 100.000	0.147 (0.012)	0.144 (0.011)
Risco absoluto	6 a 10 em 100.000	0.106 (0.010)	0.106 (0.009)
	11 em 100.000	0.448 (0.017)	0.444 (0.015)
	12 a 15 em 100.000	0.077 (0.009)	0.087 (0.008)
	16 a 20 em 100.000	0.095 (0.010)	0.092 (0.009)
	21 ou + em 100.000	0.127 (0.011)	0.127 (0.010)

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados estimados com o software Stata 10.1.

Nota: Desvio padrão entre parênteses; \* utilização da *dap* para redução do risco de óbito comparada à renda familiar anual.

As estatísticas descritivas das variáveis respostas (*dap*) são apresentadas através dos valores médios (média aritmética) e desvios padrão, valores mínimos e máximos, mediana, além do percentual de zeros (os indivíduos que não estavam dispostos a pagar pela redução do risco). Assim como nos mercados reais, nos mercados contingentes, os indivíduos podem tomar atitudes variadas e por diversas razões, assim mais de 25,2% dos entrevistados disseram não estar dispostos a pagar para redução do risco de sofrer lesões em um acidente de trânsito. As razões mais citadas foram: não achar que corre risco de envolver-se em um acidente (22,8%), não querer pagar mais, pois já paga ‘taxas, impostos ou contribuições’ (25,8%), não achar ser possível reduzir o risco (20,8%) e os demais alegaram outras razões principalmente referente ao baixo orçamento familiar e a falta de educação para o trânsito (Tabela 2).

No entanto, o percentual de zeros é mais elevado para o cenário em que os indivíduos são confrontados com a redução do risco de lesão fatal a zero, mas próximo ao encontrado em estudos semelhantes Bhattacharya, Alberini e Cropper (2007) que tem *dap* = 0 para 50% dos inquiridos em um dos seus cenários, no entanto, Andersson (2007) e Schwab-Christie e Soguel (1996) tem apenas para 15% dos casos amostrados. Conforme sugerido por Bhattacharya, Alberini e Cropper

(2007), para determinar como deve ser analisada a resposta dos que não estão dispostos a pagar qualquer valor é preciso analisar as características destes indivíduos, o que será feito após uma breve apresentação dos modelos econométricos utilizados para esta análise e posteriormente para os determinantes da *dap*.

Tabela 2 – Média e Mediana das *daps* eliciadas

Cenário	N	$dap_{média}$ (R\$)	$dap_{mínima}$ (R\$)	$dap_{máxima}$ (R\$)	$dap_{mediana}$ (R\$)	% de zeros
Lesões médias	898	343,04 (840,93)	0	12.000	100	25,2
Lesões graves	898	971,87 (6894,44)	0	200.000	150	27,1
Óbito	898	1.480,36 (4657,22)	0	100.000	300	32,7

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados estimados com o software Stata 10.1.

Nota: Os valores entre parênteses para  $dap_{média}$  representam o desvio padrão.

### 3.4 O modelo econométrico

A análise econométrica se divide em dois momentos para este estudo: primeiramente procurou-se verificar que características diferenciam os indivíduos que estão dispostos a pagar por maior segurança no trânsito, dos que não estão dispostos a pagar (e tem  $dap = 0$ ), através de um modelo *probit*. A segunda parte refere-se à estimação dos determinantes da *dap*, que para o caso das variáveis obtidas neste estudo, através de questões do tipo cartão de pagamento (abertas), normalmente apresentam uma distribuição assimétrica (com cauda a direita), é necessário utilizar uma forma funcional mais sofisticada, portanto utiliza-se a transformação Box-Cox para testar a melhor forma funcional.

#### 3.4.1 O modelo *probit*

Para verificar em que diferem os indivíduos que não estão dispostos a pagar, e em função da variável resposta discreta  $y_i^*$ , ser não-observável e definida por:

$$y_i^* = \beta' x_i + u_i \quad (16)$$

onde a variável observável é  $y_i$  e toma os valores 0 (não disposto a pagar) ou 1 (para disposto a pagar). De (4.16) obtemos:

$$\begin{aligned} \text{Prob}(y_i = 1) &= \text{Prob}(u_i > -\beta' x_i) \\ &= 1 - F(-\beta' x_i) \end{aligned} \quad (17)$$

Onde  $F$  é a função de distribuição cumulativa normal para  $u^{18}$  ( $u_i \sim N(0, \sigma^2)$ ), e resultando no chamado *modelo probit*, em (18), cujas estimativas são obtidas por máxima verossimilhança.

#### 3.4.2 Os modelos não lineares e a transformação Box-Cox

Uma vez que a teoria econômica nada diz sobre a forma funcional para a estimação dos determinantes da *dap*, utilizou-se a transformação Box-Cox, muito empregada em estudos de avaliação contingente, pois usa os próprios dados para determinar a melhor forma funcional (SOGUEL, 1995; SCHWAB-CHRISTIE e SOGUEL, 1996; ANDERSSON, 2007).

Embora exista grande flexibilidade de formas funcionais nos modelos lineares, eles ainda excluem uma série delas. Consideremos, portanto, a forma geral de um modelo não-linear:

<sup>18</sup> Optou-se por essa distribuição em vez da logística, pois segundo Cameron e Trivedi (2009) a escolha entre os modelos *probit* e *logit*, já que a probabilidade ajustada é muito similar e a maior diferença está nas caudas da distribuição e seria necessária uma amostra maior para reduzir essa diferença.

$$y_i = h(x_i, \beta) + \varepsilon_i \quad (18)$$

Como no modelo linear, que é um caso específico de regressão não linear, é preciso o estabelecimento de pressupostos, dentre eles, os erros  $\varepsilon_i$  têm média zero, variância constante, e não são correlacionados. Portanto, os modelos não lineares podem ser estimados tanto por mínimos quadrados quanto por máxima verossimilhança (GREENE, 2003).

De modo a garantir os pressupostos do modelo e ‘procurar’ a forma funcional mais adequada ao modelo de regressão não-linear a ser ajustados aos dados, utiliza-se a transformação sugerida por Box e Cox, e que leva os seus nomes, cujo objetivo é garantir os pressupostos dos modelos lineares (BOX e COX, 1964). De acordo como Soguel (1995), a estimação através desta transformação, permite uma grande flexibilidade na busca de uma forma funcional adequada, e reduz o risco de viés hipotético ao restringir a influência dos grandes lances nos estudos de valoração contingente.

Conforme a transformação proposta por em Box e Cox (1964) para a variável dependente,  $y$  de (18), para  $y^\lambda$ , onde  $y > 0$ :

$$y^{(\lambda)} = \begin{cases} [y^\lambda - 1]/\lambda & (\lambda \neq 0) \\ \log y & (\lambda = 0) \end{cases} \quad (19)$$

e para  $y > -\lambda_2$ :

$$y^{(\lambda)} = \begin{cases} [(y + \lambda_2)^{\lambda_1} - 1]/\lambda_1 & (\lambda_1 \neq 0) \\ \log (y + \lambda_2) & (\lambda_1 = 0) \end{cases} \quad (20)$$

A estimação da transformação Box-cox pelo método de máxima verossimilhança para erros distribuídos normalmente, possui função densidade de  $y_i$  dada por (21) (GREENE, 2003):

$$f(y_i) = \left| \frac{\partial \varepsilon_i}{\partial y_i} \right| (2\pi\sigma^2)^{-1/2} e^{-[g(y_i, \theta) - h(x_i, \beta)]^2 / (2\sigma^2)} \quad (21)$$

No entanto, para serem definidos todos os valores de  $\lambda$ ,  $y$  deve ser estritamente positivo. Portanto, para que a transformação da variável dependente não exclua alguns valores, o que não garantiria que a hipótese de normalidade dos erros seja rigorosamente correta para  $y_i = 0$ , para contornar o problema, Soguel (1995), Schwab-Christie e Soguel (1996) fixaram  $\lambda_2 = 1$ , o que é sugerido em Mitchell e Carson (1989) desde que não altere as características da distribuição original de  $y$ .

A transformação Box-Cox pode não apenas transformar a variável dependente como também as variáveis explicativas apenas, ou ambas (DRUKKER, 2000; LIMA, 2008). A equação (21) pode ser reescrita como segue:

$$y_i^{(\lambda^Y)} = \beta_1 x_{1i}^{(\lambda^X)} + \beta_2 x_{2i}^{(\lambda^X)} + \dots + \beta_k x_{ki}^{(\lambda^X)} + \gamma_1 z_{1i} + \gamma_2 z_{2i} + \dots + \gamma_l z_{li} + \varepsilon_i \quad (22)$$

Onde  $\lambda^Y$  pode ser igual a  $\lambda^X$ , como no modelo linear onde  $\lambda^Y = \lambda^X = 1$ , ou diferente como no modelo hiperbólico, onde  $\lambda^Y = 1$  e  $\lambda^X = -1$ <sup>19</sup>.

Além dos modelos estimados pela transformação Box-Cox, estimou-se por mínimos quadrados ordinários (MQO), modelos linear e log-linear para todos os cenários.

#### 4. Resultados

Conforme sugerido por Bhattacharya, Alberini e Cropper (2007), para determinar como deve ser analisada a resposta dos 267 entrevistados que não estavam dispostos a pagar qualquer valor, pela redução do risco de lesões por acidente de trânsito, foi estimada uma equação usando um modelo *probit*, para identificar as características que os diferem dos demais. A equação estimada utilizou a idade em faixas (variável categórica com categoria base era 18 a 24 anos), e também a

<sup>19</sup> Note que na transformação Box-Cox  $\lambda^Y$  e  $\lambda^X$  podem assumir qualquer valor entre -1 e 1.

renda (categoria base menos de 1 salário mínimo), uma vez que nos modelos alternativos, com idade, idade ao quadrado e renda (no formato contínuo); estas variáveis não foram significativas estatisticamente (Tabela 3).

*Tabela 3 – Estimação do modelo probit para aqueles cuja  $dap = 0$  nos três cenários  $dap \leq 20\%$  da renda familiar*

	Coeficiente	Efeito marginal
25 a 34 anos	-0.343* (-2.25)	-0.109* (-2.42)
35 a 44 anos	-0.263 $\diamond$ (-1.59)	-0.0842 $\diamond$ (-1.69)
45 a 59 anos	-0.0825 (-0.51)	-0.0274 (-0.52)
60 anos e +	0.0858 (0.50)	0.0294 (0.49)
1 a 2 sal. mínimos	-0.372 (-1.47)	-0.114 (-1.64)
2 a 3 sal. mínimos	-0.151 (-0.60)	-0.0490 (-0.62)
3 a 6 sal. mínimos	-0.601* (-2.57)	-0.188** (-2.80)
6 a 10 sal. mínimos	-0.737** (-2.95)	-0.212*** (-3.60)
+ de 10 sal. mínimos	-0.939*** (-3.54)	-0.250*** (-4.83)
Tempo trânsito	-0.658 (-1.52)	-0.222 (-1.52)
Sexo (feminino)	-0.180 $\diamond$ (-1.76)	-0.0608 $\diamond$ (-1.76)
Universitário	-0.0205 (-0.17)	-0.00688 (-0.17)
Casado	0.0914 (0.87)	0.0310 (0.87)
Dependente	-0.215* (-2.11)	-0.0721* (-2.11)
Costuma dirigir	0.165 (1.22)	0.0561 (1.21)
Motorista profissional	-0.000744 (-0.00)	-0.000251 (-0.00)
Usa motocicleta	0.325 (1.30)	0.0991 (1.47)
Envolvimento em acidente	0.105 (0.99)	0.0355 (0.98)
Pessoa próxima envolvida em acidente	-0.289** (-2.95)	-0.0991** (-2.91)
risco de 6 a 10 em 100.000	-0.160 (-0.86)	-0.0518 (-0.90)
risco de 11 em 100.000	-0.210 (-1.53)	-0.0702 (-1.54)
risco de 12 a 15 em 100.000	-0.398 (-1.89)	-0.120* (-2.18)
risco de 16 a 20 em 100.000	-0.322 $\diamond$ (-1.62)	-0.0996 $\diamond$ (-1.80)
risco de 21 ou + em 100.000	-0.323 $\diamond$ (-1.81)	-0.101* (-1.99)
Nunca dirigiu após beber	-0.167 (-1.13)	-0.0544 (-1.17)
Já dirigiu após beber	-0.154 (-0.94)	-0.0504 (-0.97)
Às vezes _carona condutor bebe	-0.0379 (-0.35)	-0.0127 (-0.35)
Normalmente _carona condutor bebe	0.102 (0.54)	0.0353 (0.53)
Usa cinto na frente_nunca	1.022** (3.07)	0.389** (3.21)
Usa cinto na frente_as vezes	-0.284 (-1.25)	-0.0879 (-1.38)
Usa cinto na frente_não se aplica	0.274* (2.03)	0.0968* (1.95)
Constante	0.387 (1.05)	
Log likelihood	-494.2949	
Pseudo R <sup>2</sup>	0.0850	
Probabilidade (efeito Marginal)		0.2803

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados estimados com o software Stata 10.1.

Nota: Erro padrão entre parênteses. N = 890. Significância estatística a  $\diamond$   $p < 0.10$ , \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ . Utilização da  $dap$  para redução do risco de óbito comparada à renda familiar.

Os resultados indicam que os indivíduos na faixa de 25 a 34 anos têm 10,9% menos chance de não estarem dispostos a pagar pela redução do risco<sup>20</sup>, e os que estão na faixa de 35 a 44 anos tem essa probabilidade 8,4% menor ( $p = 0.092$ ), no entanto, para as demais faixas etárias não há diferença significativa estatisticamente em relação a categoria base, sugerindo que uma curva em forma de U da relação  $dap/idade$ . Os entrevistados nas faixas de renda mais altas, e as mulheres (neste caso  $p = 0.079$ ) têm menor probabilidade de não estarem dispostos a pagar, assim como os

<sup>20</sup> Além dos coeficientes e erro padrão, é apresentado o ‘efeito marginal’ cuja interpretação pode ser feita da seguinte maneira: se a probabilidade dos indivíduos de 18 a 24 anos (categoria base) estar entre os que não estão dispostos a pagar pelo dispositivo de segurança é de 28,03% (estimado pelo valor médio das variáveis explicativas); e dado que o efeito marginal é igual a -0.109, então o indivíduo na categoria de 25 a 34 anos tem 17,03% de probabilidade de estar ‘não’ disposto a pagar.

que têm dependentes, os que tiveram pelo menos uma pessoa próxima acidentada, e os que percebem seu próprio risco de morte por acidente de trânsito maior (Tabela 3).

No entanto, os indivíduos que reportaram nunca utilizar o cinto de segurança (categoria base: sempre usar o cinto), quando sentados em veículos no assento na frente, ou disseram não utilizar carona, têm probabilidade 38,9% e 9,7% a mais de não estarem dispostos a pagar pelo dispositivo de segurança proposto para este estudo. As demais características dos respondentes não dispostos a pagar, não parecem diferenciá-los dos demais. Analisando, portanto, conjuntamente o resultado do modelo *probit*, pode-se inferir que a ‘não disposição a pagar’ pela redução do risco não deve ser tratada como ‘lances de protesto’, mas como a reflexão das preferências dos entrevistados por risco, em função de suas características pessoais e sua limitação orçamentária (Tabela 3).

No sentido de preservar as preferências dos indivíduos, incluindo as informações dos entrevistados com  $dap = 0$ , apresenta-se o modelo ajustado pela transformação de Box-Cox, para os três cenários propostos e considerando as variações passíveis nos parâmetros  $\lambda^X$  e  $\lambda^Y$ , como proposto pela equação (22): o primeiro modelo supõe que apenas a variável dependente deve ser transformada ( $\lambda^Y$  nas colunas 2, 5 e 8 da Tabela 4); o segundo supõe que as variáveis explicativas devem ser também transformadas, mas com  $\lambda^Y \neq \lambda^X$ ; e posteriormente supondo variáveis explicativas e variável resposta sujeitas a transformação com  $\lambda^Y = \lambda^X$ . Além disso, para efetuar a estimação do modelo, havia a necessidade de que a variável dependente fosse estritamente positiva, e dado que era necessário incluir as *daps* dos entrevistados não dispostos a pagar pelo dispositivo ( $dap = 0$ ), os dados foram transformados, fazendo  $\lambda_2 = 1$  na equação (19). Os modelos ajustados, pela transformação Box-Cox, testaram ainda para outras formas funcionais, no entanto, as hipóteses nulas foram rejeitadas para modelos lineares ( $\lambda^Y = \lambda^X = 1$ ), log-log ( $\lambda^Y = \lambda^X = 0$ ) e log-linear ( $\lambda^Y = 0$  e  $\lambda^X = 1$ ), através do teste *likelihood-ratio* – LR ( $p=0.000$ ).

No entanto, os parâmetros  $\lambda^Y$  e  $\lambda^X$  estimados estão muito próximos de zero. No modelo que melhor se ajusta para os três cenários de diferentes níveis de gravidade, e que propõe a transformação da variável resposta e variáveis independentes (contínuas) segundo  $\lambda^Y = \lambda^X$ <sup>21</sup>, os parâmetros são 0.087, 0.095 e 0.113, respectivamente conforme a gravidade dos cenários (Tabela 4).

Apesar de o teste LR rejeitar a hipótese nula de que os modelos tenham forma funcional linear ou log-linear, apresenta-se na Tabela 5, as estimações para todos os cenários, e nas últimas colunas, apresenta-se o modelo log-linear ajustado para renda (renda em log).

Retomando as características pessoais que determinam a máxima *dap*, idade e renda estão entre as principais: nos modelos estimados, a *dap* é decrescente com a idade e estatisticamente significativa apenas no caso de lesões médias e graves<sup>22</sup>. A renda familiar, como *proxy* para a riqueza, é estatisticamente significativa nos três cenários, e apresenta relação positiva como a *dap*, conforme esperado. O gênero também é uma característica importante na composição da *dap*: as mulheres estão dispostas a pagar mais que os homens pela redução no risco, assim como quem tem algum dependente; no entanto características como a escolaridade (nível universitário) ou o estado civil não foram estatisticamente significantes para determinação da *dap* (Tabelas 4 e 5).

Dentre as características de experiência e exposição ao trânsito, o tempo diário gasto no trânsito – seja como condutor, ocupante ou pedestre – e a experiência de acidente de trânsito ocorrido com algum familiar ou amigo aumentam o valor que os indivíduos estão dispostos a abrir mão por mais segurança, nos três cenários, diferentemente da experiência própria de acidente de trânsito que apresenta coeficiente negativo, porém não significativo estatisticamente. Outras características, que são fatores de risco para envolvimento em acidentes de trânsito, como ser condutor, motorista profissional ou usuário de motocicletas, não são estatisticamente significativas para nenhum dos cenários (Tabelas 4 e 5).

<sup>21</sup> Segundo o menor AIC e BIC simultaneamente (Tabela 4).

<sup>22</sup> Estimaram-se modelos alternativos com idade ao quadrado, ou usando a variável faixa etária, no entanto as variáveis deixavam de ser significativas estatisticamente.

Tabela 4 – Estimação Box-Cox – determinantes da dap

	Lesões médias			Lesões graves			Óbito		
	$\lambda^Y$	$\lambda^Y \neq \lambda^X$	$\lambda^Y = \lambda^X$	$\lambda^Y$	$\lambda^Y \neq \lambda^X$	$\lambda^Y = \lambda^X$	$\lambda^Y$	$\lambda^Y \neq \lambda^X$	$\lambda^Y = \lambda^X$
Variáveis explicativas não transformadas									
Idade	-0.0213*	-	-	-0.0232*	-	-	-0.0153	-	-
	(6.436)	-	-	(5.67)	-	-	(1.55)	-	-
Renda familiar	0.00028***	-	-	0.00038***	-	-	0.00045***	-	-
	(40.555)	-	-	(49.77)	-	-	(47.10)	-	-
Tempo no trânsito	2.428*	-	-	2.554*	-	-	2.293	-	-
	(5.36)	-	-	(4.10)	-	-	(2.22)	-	-
Sexo (feminino)	0.614*	0.625*	0.625*	0.849*	0.854**	0.854**	0.877*	0.894*	0.895*
	(5.99)	(6.32)	(6.31)	(7.90)	(8.24)	(8.23)	(5.68)	(5.93)	(5.94)
Universitário	0.263	0.00484	0.00485	0.236	-0.0569	-0.0559	0.481	0.117	0.118
	(0.85)	(0.00)	(0.00)	(0.49)	(0.03)	(0.03)	(1.32)	(0.08)	(0.08)
Dependente	0.414◇	0.441◇	0.441◇	0.482◇	0.507◇	0.504◇	0.672◇	0.695◇	0.692◇
	(2.91)	(3.33)	(3.32)	(2.73)	(3.06)	(3.03)	(3.58)	(3.78)	(3.75)
Casado	-0.0144	-0.0840	-0.0838	-0.130	-0.212	-0.211	-0.279	-0.401	-0.401
	(0.003)	(0.11)	(0.11)	(0.18)	(0.50)	(0.50)	(0.57)	(1.17)	(1.17)
Costuma dirigir	-0.0463	-0.218	-0.216	-0.0731	-0.278	-0.275	-0.171	-0.443	-0.441
	(0.19)	(0.43)	(0.43)	(0.03)	(0.49)	(0.48)	(0.12)	(0.81)	(0.81)
Motorista Profissional	-0.0429	-0.0109	-0.0067	-0.201	-0.188	-0.182	0.0696	0.0446	0.0460
	(0.007)	(0.00)	(0.00)	(0.10)	(0.10)	(0.10)	(0.009)	(0.004)	(0.004)
Usa motocicleta	0.179	0.0119	0.0112	0.517	0.320	0.319	0.0856	-0.160	-0.160
	(0.09)	(0.00)	(0.00)	(0.54)	(0.21)	(0.21)	(0.10)	(0.04)	(0.04)
Envolvimento em acidente	-0.0221	-0.0846	-0.0823	-0.125	-0.200	-0.195	-0.534	-0.637◇	-0.634◇
	(0.007)	(0.11)	(0.10)	(0.16)	(0.42)	(0.40)	(1.97)	(2.81)	(2.79)
Pessoa próxima envolvida em acidente	0.758**	0.739**	0.739**	0.754*	0.735*	0.735*	0.931*	0.921*	0.922**
	(9.31)	(9.05)	(9.05)	(6.37)	(6.25)	(6.26)	(6.54)	(6.44)	(6.45)
Cons. risco de 6 a 10 em 100.000	0.669	0.673	0.673	0.666	0.666	0.664	0.536	0.535	0.534
	(2.06)	(2.13)	(2.13)	(1.41)	(1.45)	(1.45)	(0.61)	(0.61)	(0.61)
Cons. risco de 11 em 100.000	0.584◇	0.562	0.560◇	0.612	0.573	0.568	0.969◇	0.923◇	0.918◇
	(2.76)	(2.62)	(2.60)	(2.09)	(1.90)	(1.87)	(3.53)	(3.23)	(3.21)
Cons. risco de 12 a 15 em 100.000	1.021*	1.047*	1.044*	0.843	0.868	0.862	0.773	0.810	0.805
	(3.86)	(4.16)	(4.13)	(2.82)	(1.99)	(1.93)	(1.03)	(1.14)	(1.13)
Cons. risco - 16 a 20 em 100.000	0.723	0.579	0.576	0.532	0.347	0.338	1.022	0.780	0.772
	(2.20)	(1.44)	(1.42)	(0.82)	(0.36)	(0.34)	(2.04)	(1.19)	(1.17)
Cons. risco de 21 ou + em 100.000	0.701	0.734◇	0.736◇	0.987◇	1.014◇	1.015◇	1.155◇	1.188◇	1.188◇
	(2.41)	(2.71)	(2.72)	(3.30)	(3.60)	(3.61)	(3.04)	(3.25)	(3.25)
Nunca dirigiu após beber	0.643◇	0.660◇	0.662◇	0.815◇	0.838*	0.842*	0.852◇	0.888◇	0.891◇
	(3.24)	(3.51)	(3.52)	(3.60)	(3.94)	(3.98)	(2.65)	(2.90)	(2.92)

	<i>Lesões médias</i>			<i>Lesões graves</i>			<i>Óbito</i>		
	$\lambda^Y$	$\lambda^Y \neq \lambda^X$	$\lambda^Y = \lambda^X$	$\lambda^Y$	$\lambda^Y \neq \lambda^X$	$\lambda^Y = \lambda^X$	$\lambda^Y$	$\lambda^Y \neq \lambda^X$	$\lambda^Y = \lambda^X$
Já dirigi após beber	0.739 $\diamond$ (3.35)	0.681 $\diamond$ (2.90)	0.675 (2.86)	1.012* (4.38)	0.933* (3.80)	0.921 $\diamond$ (3.72)	1.356* (5.23)	1.274* (4.64)	1.266* (4.60)
Às vezes _carona condutor bebe	-0.151 (0.32)	-0.169 (0.42)	-0.169 (0.42)	-0.0699 (0.05)	-0.0812 (0.07)	-0.0792 (0.07)	-0.0546 (0.02)	-0.0668 (0.03)	-0.0652 (0.03)
Normalmente _carona condutor bebe	-0.00203 (0.00)	-0.0289 (0.00)	-0.0268 (0.00)	-0.0460 (0.01)	-0.0771 (0.02)	-0.0727 (0.02)	-0.865 (1.60)	-0.921 (1.83)	-0.919 (1.82)
Usa cinto na frente_nunca	-2.704*** (10.25)	-2.636*** (10.24)	-2.626*** (10.18)	-3.121** (9.69)	-3.023** (9.40)	-2.997** (9.26)	-3.953*** (10.44)	-3.894*** (10.22)	-3.877*** (10.16)
Usa cinto na frente_as vezes	0.655 (1.58)	0.661 (1.64)	0.662 (1.65)	0.939 (2.23)	0.941 (2.32)	0.942 (2.32)	1.865* (5.90)	1.895* (6.15)	1.896* (6.15)
Usa cinto na frente_não se aplica	-0.752* (4.93)	-0.622 $\diamond$ (3.42)	-0.619 $\diamond$ (3.39)	-0.787* (3.74)	-0.629 (2.44)	-0.623 (2.40)	-0.841 (2.87) $\diamond$	-0.647 (1.70)	-0.643 (1.675)
Constante	2.556	0.222	-0.599	2.829	0.121	-1.579	3.465	-1.392	-2.613
<i>Variáveis explicativas transformadas (contínuas)</i>									
Idade		-0.501* (5.50)	-0.572* (5.44)		-0.464* (4.34)	-0.585* (4.2)		-0.307 (1.14)	-0.346 (1.10)
Renda familiar		0.497*** (62.33)	0.673*** (62.29)		0.472*** (70.17)	0.807*** (69.96)		0.644*** (69.23)	0.868*** (69.41)
Tempo no trânsito		0.541** (8.38)	0.492** (8.35)		0.655** (7.17)	0.557** (7.20)		0.676* (5.28)	0.622* (5.39)
$\theta$	0.0862** (5.92)	0.0869** (6.00)		0.0955** (7.51)	0.0947** (7.50)		0.110** (8.51)	0.113** (8.71)	
$\lambda$		0.126 (0.84)	0.0870** (6.01)		0.163 (1.09)	0.0947** (7.51)		0.151 (1.03)	0.113** (8.71)
$\sigma$	3.342	3.303	3.305	4.023	3.956	3.956	4.906	4.883	4.884
log likelihood	-5.161.873	-5.149.574	-5.149.607	-5.674.926	-5.663.292	-5.663.398	-6.046.27	-6.033.531	-6.033.565
df	1	2	1	1	2	1	1	2	1
AIC	10325.75	10303.15	10301.21	11351.85	11330.58	11328.8	12094.54	12071.06	12069.13
BIC	10330.51	10312.67	10305.98	11356.61	11340.11	11333.56	12099.3	12080.59	12073.89

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados estimados com o software Stata 10.1.

Nota: Estatística  $\chi^2$  entre parênteses no caso das variáveis explicativas, e Z para os coeficientes  $\lambda$  e  $\theta$ . N = 864. Significância estatística a  $\diamond$  p<0.10, \* p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\* p<0.001.

Tabela 5 – Estimação mínimos quadrados ordinários – determinantes da dap

	<i>Lesões médias</i>			<i>Lesões graves</i>			<i>Óbito</i>		
	Linear	Log-linear	Log-linear*	Linear	Log-linear	Log-linear*	Linear	Log-linear	Log-linear*
Idade	-3.673∅ (-1.72)	-0.0152* (-2.31)	-0.0160* (-2.48)	-3.383 (-0.48)	-0.0151* (-2.04)	-0.0160* (-2.20)	-15.03* (-2.53)	-0.00806 (-0.99)	-0.00900 (-1.12)
Renda familiar	0.0942*** (4.47)	0.000185*** (4.45)	0.908*** (7.24)	0.511∅ (1.72)	0.000223*** (4.69)	1.059*** (7.57)	0.476*** (5.53)	0.000229*** (4.42)	1.103*** (6.97)
Tempo no trânsito	537.2* (2.47)	1.685* (1.99)	1.789* (2.19)	225.4 (0.40)	1.692∅ (1.83)	1.810* (2.03)	247.0 (0.46)	1.514 (1.51)	1.638∅ (1.69)
Sexo (feminino)	83.35 (1.22)	0.462* (2.45)	0.447* (2.40)	652.9 (1.35)	0.574** (2.72)	0.557** (2.66)	342.5* (1.94)	0.533* (2.26)	0.515* (2.20)
Universitário	-10.83 (-0.15)	0.194 (0.85)	0.0296 (0.13)	-5.042 (-0.03)	0.171 (0.67)	-0.00719 (-0.03)	43.05 (0.22)	0.314 (1.12)	0.123 (0.44)
Dependente	-40.60 (-0.62)	0.344∅ (1.87)	0.366* (2.02)	351.4 (0.68)	0.383∅ (1.85)	0.407* (1.99)	-69.06 (-0.41)	0.494* (2.13)	0.519* (2.28)
Casado	3.640 (0.06)	0.00176 (0.01)	-0.0671 (-0.36)	118.3 (0.46)	-0.0671 (-0.32)	-0.142 (-0.69)	-210.5 (-1.17)	-0.156 (-0.68)	-0.236 (-1.03)
Costuma dirigir	40.25 (0.59)	-0.0748 (-0.30)	-0.201 (-0.80)	175.5 (0.81)	-0.129 (-0.46)	-0.267 (-0.96)	374.8 (1.45)	-0.240 (-0.78)	-0.386 (-1.26)
Motorista Profissional	-102.7 (-1.05)	-0.0175 (-0.04)	-0.0162 (-0.04)	11.72 (0.03)	-0.102 (-0.23)	-0.103 (-0.24)	-80.26 (-0.25)	0.0774 (0.16)	0.0774 (0.16)
Usa motocicleta	169.9* (2.08)	0.0482 (0.13)	-0.0595 (-0.15)	-84.37 (-0.16)	0.260 (0.59)	0.143 (0.32)	247.6 (1.09)	-0.0243 (-0.05)	-0.149 (-0.30)
Envolvimento em acidente	76.02 (1.12)	-0.0471 (-0.23)	-0.0806 (-0.41)	-414.8 (-0.66)	-0.128 (-0.55)	-0.163 (-0.73)	-235.7 (-1.17)	-0.336 (-1.32)	-0.375 (-1.50)
Pessoa próxima envolvida em acidente	80.07 (1.62)	0.578** (3.01)	0.571** (2.99)	-616.9 (-0.84)	0.560** (2.59)	0.553* (2.57)	86.81 (0.54)	0.631** (2.61)	0.623** (2.59)
Cons. risco de 6 a 10 em 100.000	66.48 (0.65)	0.491 (1.39)	0.487 (1.40)	-1747.2 (-1.06)	0.506 (1.26)	0.501 (1.28)	6.226 (0.01)	0.367 (0.82)	0.362 (0.83)
Cons. risco de 11 em 100.000	45.45 (0.64)	0.452∅ (1.67)	0.435 (1.65)	-1566.2 (-1.05)	0.485 (1.59)	0.461 (1.54)	131.2 (0.46)	0.643 (1.88)	0.620 (1.85)
Cons. risco de 12 a 15 em 100.000	96.99 (0.88)	0.789* (1.95)	0.813* (2.06)	-1692.1 (-1.09)	0.706 (1.58)	0.728∅ (1.67)	-451.3 (-1.47)	0.626 (1.25)	0.651 (1.33)
Cons. risco - 16 a 20 em 100.000	132.5 (0.83)	0.578∅ (1.60)	0.483 (1.35)	-1669.4 (-1.18)	0.489 (1.21)	0.378 (0.93)	-338.7 (-1.06)	0.758∅ (1.69)	0.642 (1.43)
Cons. risco de 21 ou + em 100.000	-17.63 (-0.24)	0.570∅ (1.66)	0.600 (1.79)	-1454.6 (-1.03)	0.755 (1.95)	0.787* (2.07)	-4.535 (-0.01)	0.781∅ (1.82)	0.815 (1.93)
Nunca dirigiu após beber	115.7 (1.17)	0.482∅ (1.78)	0.486 (1.82)	816.6 (0.99)	0.559∅ (1.86)	0.567∅ (1.91)	-116.1 (-0.38)	0.582∅ (1.75)	0.589∅ (1.80)
Já dirigiu após beber	-1.049 (-0.01)	0.581∅ (1.92)	0.513 (1.71)	-53.00 (-0.15)	0.739* (2.19)	0.657* (1.98)	-186.3 (-0.59)	0.942* (2.53)	0.857* (2.33)

	<i>Lesões médias</i>			<i>Lesões graves</i>			<i>Óbito</i>		
	Linear	Log-linear	Log-linear*	Linear	Log-linear	Log-linear*	Linear	Log-linear	Log-linear*
Às vezes _carona condutor bebe	-19.19 (-0.25)	-0.0859 (-0.44)	-0.100 (-0.53)	722.1 (0.92)	-0.0442 (-0.20)	-0.0582 (-0.27)	-104.3 (-0.49)	-0.0194 (-0.08)	-0.0350 (-0.14)
Normalmente _carona condutor bebe	58.64 (0.47)	-0.0249 (-0.06)	-0.0642 (-0.17)	339.8 (0.70)	-0.0424 (-0.10)	-0.0852 (-0.21)	-529.6 (-1.48)	-0.514 (-1.11)	-0.560 (-1.25)
Usa cinto na frente_nunca	-265.3* (-2.57)	-2.066*** (-3.60)	-2.031*** (-3.60)	-599.5 (-1.41)	-2.219*** (-3.40)	-2.171*** (-3.43)	-1129.8** (-2.74)	-2.536*** (-3.82)	-2.490*** (-3.88)
Usa cinto na frente_as vezes	54.17 (0.47)	0.495 (1.31)	0.509 (1.36)	27.57 (0.09)	0.626 (1.49)	0.642 (1.53)	1195.0* (2.45)	1.054* (2.18)	1.071* (2.25)
Usa cinto na frente_não se aplica	-6.970 (-0.13)	-0.585* (-2.38)	-0.464 (-1.91)	9.143 (0.04)	-0.577* (-2.07)	-0.439 (-1.60)	108.4 (0.57)	-0.580◇ (-1.88)	-0.435 (-1.43)
Constante	-183.0 (-0.86)	2.159*** (3.86)	-3.938*** (-3.89)	466.7 (0.68)	2.265*** (3.57)	-4.846*** (-4.29)	130.1 (0.29)	2.493*** (3.45)	-4.915*** (-3.86)
R <sup>2</sup> -ajustado	0.1551	0.1353	0.1573	0.0674	0.1317	0.1531	0.2853	0.1197	0.1394
Prob>F	0.0001	0.0000	0.0000	0.0005	0.0000	0.0000	0.000	0.0000	0.0000
log likelihood	-6.983,815	-2.012.492	-2.001.36	-8.845.228	-2.112.537	-2.101.738	-7.960.093	-2.207.766	-2.197.99
df	25	25	25	25	25	25	25	25	25
AIC	14017.63	4.074.984	4.052.721	17740.46	4.275.074	4.253.476	15970.19	4.465.532	4.445.981
BIC	14136.67	4.194.023	4171.76	17859.49	4.394.114	4.372.516	16089.23	4.584.571	4565.02

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados estimados com o software Stata 10.1.

Nota: Estatística *t* entre parênteses. N = 864. Significância estatística a ◇ p<0.10, \* p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\* p<0.001. “log-linear\*” indica que a variável renda foi ajustada para Log (renda). Modelos estimados com correção de heterocedasticidade.

*Tabela 6 – Valor médio da dap para 3 cenários e VSL para óbito*

Cenário	Eliciada	Box Cox	Linear	Log-linear	Log-linear*
Lesões médias (R\$)	343.04 (840.93)	84.19 (96.77)	349.38 (336.02)	495.10 (1254.53)	495.10 (1254.53)
Lesões graves (R\$)	971.87 (6894.44)	167.75 (221.87)	960.51 (1817.41)	1428.48 (5765.23)	1372.82 (5540.59)
Óbito (R\$)	1480.36 (4657.22)	288.53 (391.50)	1318.17 (1533.86)	2438.05 (9313.23)	2192.87 (8376.63)
VSL (R\$ 1000)	13.457,82	2.623,00	11.983,36	22.164,09	19.935,18

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados estimados com o software Stata 10.1

Nota: Os valores entre parênteses representam o desvio padrão. O VSL é calculado pela divisão da *dap* pela redução no risco (11/100.000).

A variável relacionada à percepção do próprio risco de óbito por acidente de trânsito em Porto Alegre indica que a *dap* é crescente com o risco percebido, mas estatisticamente significativa apenas para algumas faixas. A variável indicativa de comportamento de risco no trânsito relacionado a não utilização de um equipamento de segurança, como o cinto de segurança – que é de uso obrigatório – indica que indivíduos que não utilizam são os mesmos que estariam menos dispostos a pagar pela redução no risco de lesões. No entanto, para as características que indicam comportamento de risco no trânsito relacionado ao consumo de álcool, os resultados são divergentes: condutores que já tiveram a experiência de dirigir após consumir quantidade de bebida alcoólica que considera ilegal, estão dispostos a pagar mais do que os que não dirigem e bebem. No entanto, para os tomadores de carona de condutores que sabem ter bebido, não há diferença estatisticamente significativa em relação a quem não tem esse comportamento (Tabelas 4 e 5).

As estimativas médias das *daps* para cada modelo e cenário são apresentadas na Tabela 6 e as estimativas apresentam variação conforme o ajuste de cada modelo, no entanto o modelo ajustado conforme a transformação Box-Cox é a que apresenta menores valores médios (e desvios padrões), enquanto o modelo linear é o que apresenta valor mais próximo a *dap* eliciada. As estimativas do *VSL*, calculado conforme a equação (12) e a partir do valor médio, apenas para o cenário de óbito, acompanham a variação da *dap*.

## 5 Discussão e Considerações Finais

Neste estudo, investigou-se a disposição a pagar pela redução do risco de lesões por acidentes de trânsito, dos usuários das vias da cidade de Porto Alegre e se as características destes indivíduos refletem suas preferências por risco. Avaliou-se ainda se os indivíduos que não estão dispostos a pagar, o fazem como protesto.

Os resultados estimados através do modelo *probit* não indicaram voto de protesto, o que sugere a importância e seriedade das respostas ao refletir as preferências dos usuários por risco e, além disso, as evidências encontradas para essa amostra não diferem das encontradas por Bhattacharya, Alberini e Cropper (2007) para a Índia ou das encontradas para países da Europa (SCHWAB-CHRISTIE e SOGUEL, 1996; PERSSON *et al.*, 2001; ANDERSSON, 2007).

Os modelos que analisam os determinantes da *dap*, estimados por MQO e Box-Cox, apresentaram resultados similares quanto à significância estatística e sentido do impacto sobre a *dap*. Os resultados corroboram a hipótese que a *dap* é decrescente com a idade, como em Soguel (1995), mas perde força com o aumento da gravidade das lesões, como as evidências apresentadas em Anderson (2007). A relação positiva entre a *dap* e a renda, suporta a hipótese teórica, no entanto, o nível de escolaridade não se mostra significativo estatisticamente, como em Bhattacharya, Alberini e Cropper (2007).

Mulheres e indivíduos com algum dependente tendem estar mais dispostos a pagar por segurança - em Anderson (2007) não houve evidências na diferença na *dap* em função do gênero, mas acompanha as evidências encontradas por Kidholm (1995), para a Dinamarca (nos demais estudos sobre acidentes, gênero não foi uma variável estudada como determinante da *dap*).

Quanto a experiência e exposição ao trânsito, faz-se sentir a percepção de risco dos pedestres e ocupantes, uma vez que não há diferença entre condutores e não condutores ou mesmo condutores que fazem disso sua profissão. Na Índia, usuários de motocicletas têm disposição a pagar por segurança no trânsito maior, no entanto para Porto Alegre isso não acontece apesar do crescente número de motociclistas.

O mesmo ocorre como a experiência própria de acidente, que em outros estudos impacta positivamente na *dap*<sup>23</sup>, mas para este estudo não: o que talvez possa ser explicado pelo fato de nesta informação incluir também os acidentes sem vítimas, e como era escopo deste estudo, não considerar custos materiais para determinação da máxima *dap* isso pode ter refletido nos resultados. No entanto, a *dap* parece ser influenciada pela experiência de acidente de pessoas

<sup>23</sup> Persson *et al.* (2001), Andersson (2007) e Bhattacharya, Alberini e Cropper (2007).

próximas (também incluindo acidentes sem vítimas, além de todas as lesões, abrangendo também óbito), evidência que não é encontrada por Anderson (2007)

Este estudo também corrobora as evidências que indivíduos com percepção do seu próprio risco de acidente maior, tendem a ter *daps* maiores (KIDHOLM, 1995; PERSSON, NORINDER e SVENSSON, 1995). A incorporação neste estudo, de variáveis referentes a comportamento de risco, principalmente quanto ao uso de álcool associado à direção, contribui além dos estudos analisados e mostra evidências que indivíduos que são propensos ao risco (quando não utilizam um equipamento de segurança obrigatório como o cinto segurança) não estão dispostos a pagar por mais segurança, através da *dap*. No entanto o comportamento quanto ao risco associado ao álcool produz resultados ambíguos nos indivíduos: os condutores que já dirigiram após beber estariam dispostos a ‘comprar’ mais segurança, reduzindo a chance de lesões mais graves. No entanto, o mesmo não acontece com os indivíduos que utilizam carona de condutores mesmo sabendo que eles já beberam, diferenças que podem estar relacionadas à percepção do risco de morte por acidente de trânsito, ligeiramente maior entre os condutores que já dirigiram após beber, quando comparado aos indivíduos que usam carona de condutores que bebem.

Quanto ao *VSL*, os valores encontrados por esse estudo, apesar da variabilidade apresentada, são comparáveis ao encontrado pelos estudos mais recentes, para redução no risco de morte por acidentes de trânsito: Persson *et al.* (2001) estimaram para a Suécia o *VSL* em US\$2,84 milhões (valores de 1998) - para uma redução no risco de morte de 2,4 em 100.000. Andersson (2007), também estimou para Suécia em cerca de US\$4,9 milhões (para redução no risco de 3,25 em 100.000). Transformando o valor em reais (R\$ 13,4 milhões) do *VSL* encontrado para este estudo, a partir das *dap* média eliciada, para dólares americanos teremos US\$ 7,3 milhões<sup>24</sup>, valor também comparado ao encontrado em estudo feito para São Paulo, em 2003, para estimação *dap* pela redução do risco de morte relacionada a poluição - os valores variaram entre US\$0,77 a US\$6,1 milhões (ORTIZ, MARKANDYA e HUNT, 2009). A comparação pode ser feita em termos da renda familiar dos entrevistados: enquanto para os suecos o *VSL* equivale a 265 vezes a sua renda familiar anual média, para os portoalegrenses equivale a 388 vezes a sua renda anual média.

Os acidentes de trânsito são a maior causa de morte entre os jovens, e vitimam fatalmente principalmente os usuários vulneráveis das vias: pedestres, ciclistas e motociclistas, resultando em alto custo para a sociedade. Políticas públicas podem ser estabelecidas com o objetivo de mitigar estes impactos, salvando vidas e reduzindo as conseqüências das lesões não-fatais. Contudo estas políticas podem refletir as preferências da população por segurança, e a *MVC* é uma maneira de obter através da taxa marginal de substituição de riqueza pela redução do risco, o valor que estão dispostos a pagar pela vida.

## Referencias

- ALBERINI, A. *et al.* Valuing health effects of air pollution in developing countries: the case of Taiwan. *Journal of Environmental Economics and Management*, v. 34, p. 107-126, 1997.
- ANDERSSON, H. Willingness to pay for road safety and estimates of the risk of death: evidence from a Swedish contingent valuation study. *Accident Analysis and Prevention*, v. 39, p. 853–865, 2007.
- BHATTACHARYA, S.; ALBERINI, A.; CROPPER, M. L.. The value of mortality risk reductions in Delhi, India. *Journal of Risk and Uncertainty*, v. 34, p. 21–47, 2007.
- BLUMENSCHNEIN, K. *et al.* Hypothetical versus real willingness to pay in the health care sector: results from a field experiment. *Journal of Health Economics*, v. 20, p. 441–457, 2001.
- BOX, G. E. P.; COX, D. R. An Analysis of Transformations. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, v. 26, n. 2, p. 211-252, 1964.

<sup>24</sup> Considerando a taxa de câmbio de dólares americanos: 1US\$ = R\$ 1,839, e média da *dap* eliciada.

- CAMERON, A. C.; TRIVEDI, P. K. *Microeconometrics using Stata*. College Station, Texas: StataCorp LP, 2009.
- DRUKKER, D. M. Box–Cox regression models. *Stata Technical Bulletin*, v. 54, p. 27-36, 2000.
- DRUMMOND, M. F. *et al.* *Methods for the economic evaluation of health care programmes*. 3rd. ed. Oxford: Oxford University Press, 2005. (Oxford medical publications).
- DUBOURG, W. R.; JONES-LEE, M. W.; LOOMES, G. *The contingent valuation of transport safety: imprecise preferences and the disparity between willingness to pay and willingness to accept*. Centre for Social and Economic Research on the Global Environment - CSERGE Working Paper GEC 93-16. 1993.
- GREENE, W. H. *Econometric analysis*. 5th. ed. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall, 2003.
- HENSHER, D. A. *et al.* Estimating the willingness to pay and value of risk reduction for car occupants in the road environment. *Transportation Research Part A*, v. 43, p. 692–707, 2009.
- JOHANSSON, P.-O. Is there a meaningful definition of the value of a statistical life? *Journal of Health Economics*, v. 20, p. 131–139, 2001.
- JONES-LEE, M. The value of changes in the probability of death or injury. *The Journal of Political Economy*, v. 82, n. 4, p. 835-849, 1974.
- JONES-LEE, M. W.; HAMMERTON, M.; PHILIPS, P. R. The value of safety: results of a national sample survey. *The Economic Journal*, v. 95, n. 377, p. 49-72, 1985.
- KRUPNICK, A. *et al.* Age, health and the willingness to pay for mortality risk reductions: a contingent valuation survey of Ontario residents. *Journal of Risk and Uncertainty*, v. 24, n. 2, p. 161–186, 2002.
- LIMA, L. M. D. *Valoração de atributos de qualidade no preço de pêssegos do Estado de São Paulo*. 159 f. (tese de doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.
- MITCHELL, R. C.; CARSON, R. T. *Using surveys to value public goods : the contingent valuation method*. Washington, DC: Resources for the Future, 1989.
- OLSEN, J. A.; DONALDSON, C.; PEREIRA, J. A. The insensitivity of ‘willingness-to-pay’ to the size of the good: new evidence for health care. *Journal of Economic Psychology*, v. 25, p. 445–460, 2004.
- ORTIZ, R. A.; MARKANDYA, A.; HUNT, A. Willingness to pay for mortality risk reduction associated with air pollution in São Paulo. *Revista Brasileira de Economia*, v. 63, n. 1, p. 3–22, 2009.
- PEDEN, M. *et al.* *World report on road traffic injury prevention*. World Health Organization, 2004.
- PERSSON, U. *et al.* The value of a statistical life in transport: findings from a new contingent valuation study in Sweden. *Journal of Risk and Uncertainty*, v. 23, n. 2, p. 121–134, 2001.
- PERSSON, U.; NORINDER, A. L.; SVENSSON, M. Valuing the Benefits of Reducing the Risk of Non-fatal Road Injuries: The Swedish Experience. In: SCHWAB-CHRISTIE, N. G.; SOGUEL, N. C. (Ed.). *Contingent Valuation, Transport Safety and the Value of Life*, 1995. Cap.4. p. 63-84. (Studies in Risk and Uncertainty).
- SCHWAB-CHRISTIE, N. G.; SOGUEL, N. C. The pain of road-accident victims and the bereavement of their Relatives: a contingent-valuation experiment. *Journal of Risk and Uncertainty*, v. 13, p. 277-291, 1996.
- SOGUEL, N. C. Costing the traffic barrier effect: a contingent valuation survey. *Environmental and Resource Economics*, v. 6, p. 301-308, 1995.
- SOUSA, T. R. V. *Ensaios em Economia da Saúde: o risco e o valor de uma vida estatística no caso dos acidentes de trânsito na cidade de Porto Alegre*. 139 f. (tese de doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.