Uma nota sobre o valor estatístico de uma vida por grupos etários e por idade: Evidências a partir da teoria do ciclo de vida para o Brasil

Rafael Mesquita Pereira
Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, Universidade Federal de Rio Grande, Brasil

Cristiano Aguiar de Oliveira
Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, Universidade Federal de Rio Grande, Brasil

Gabriel Costeira Machado
Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, Brasil

O objetivo deste trabalho é analisar a relação entre o valor estatístico de uma vida (VSL) e a idade dos brasileiros. Através de dados da Relação Anual de Informações Sociais dos anos de 2012 a 2015, são utilizadas as taxas de acidentes fatais e não fatais do trabalho para diferentes grupos etários, com o intuito de estimar a função de salários hedônicos adaptada para estes grupos. Os resultados mostram que a relação entre VSL e idade no Brasil vai de encontro às evidências da literatura, corroborando em estimativas do VSL ao longo do ciclo de vida peculiares no mesmo sentido.

Palavras-chave. Valor estatístico de uma vida, Modelo de ciclo de vida, Valores específicos por idade, Acidentes do trabalho.

Classificação JEL. C19, E29, J17, J30.

1. Introdução

Diretamente, não existem mercados nos quais os indivíduos possam "comprar" uma redução nos seus riscos de mortalidade (Aldy e Viscusi, 2007). Porém, estes mesmos indivíduos podem tomar decisões tanto em relação à exposição ao risco a que submetem suas vidas quanto a respeito de suas escolhas de consumo ao longo da vida, o que pode ter influência direta na redução ou no aumento destes riscos.

De maneira intuitiva, imagina-se que as pessoas mais velhas terão um menor benefício na redução dos riscos a que submetem suas vidas que pessoas mais jovens, uma vez que as primeiras já puderam realizar uma série de estágios de uma vida normal padrão, que vão desde a conclusão de níveis de qualificação, carreira profissional, até a constituição de família e de círculos de convivência, ou seja, usufruíram dos eventos que a vida proporciona de diferentes maneiras, enquanto os jovens ainda possuem

Rafael Mesquita Pereira : rafaelmesquita@furg.br
Cristiano Aguiar de Oliveira : cristiano.oliveira@furg.br
Gabriel Costeira Machado : gmcosteira@usp.br

© 2023 Fundação Getúlio Vargas https://doi.org/10.5935/0034-7140.20230019

muitos anos de vida pela frente para alcançar estes feitos. Neste sentido, Aldy e Viscusi (2004) e Andersson (2007) acrescentam que é esperado que pessoas mais velhas tenham uma menor disposição a pagar (WTP[1]) por uma redução no risco de mortalidade porque têm uma expectativa de vida restante mais curta, isto é, o bem que eles estariam comprando através dos esforços para a redução dos riscos é menor que para os mais jovens.

Dessa forma, sendo o valor estatístico de uma vida (VSL) o valor que um indivíduo estaria disposto a pagar para evitar um acidente no seu ambiente de trabalho, é lógico supor, em um cenário extremo, que o pico do VSL ocorre quando o indivíduo nasce e declina constantemente a partir de então (Aldy e Viscusi, 2004; 2008). Entretanto, segundo Kniesner et al. (2006), embora a quantidade de vida útil futura esperada diminua com a idade, os recursos que se pode alocar para reduzir os riscos de mortalidade também mudam. Andersson (2007) alerta que há fortes evidências que o VSL aumenta com a riqueza, pois ela aumenta a utilidade de estar vivo e diminui os custos esperados de gastos com a redução dos riscos.

Assim, exceto nos modelos baseados em premissas altamente restritivas, o valor da vida não atinge o pico ao nascer e diminui constantemente, como seria o caso tendo como base apenas na expectativa de vida futura. Aumentos nos rendimentos gerados por níveis educacionais mais elevados mudam os padrões de consumo e saúde das pessoas ao longo do ciclo de vida e isso influencia no *trade-off* entre risco e salários de uma forma complexa, tornando ambígua a relação entre VSL e idade, ou seja, ela pode ser positiva, negativa ou zero (Aldy e Viscusi, 2004). Consoante a estes aspectos, Hammitt e Liu (2004) ressaltam que as preferências entre a redução do risco corrente e latente[2] dependerão da utilidade associada com diferentes períodos da vida. Assim, a WTP para reduzir os riscos de mortalidade futura podem ser menores, iguais ou maiores que a WTP para reduzir o risco corrente no mesmo montante.

Neste contexto, Aldy e Viscusi (2004) apresentam um modelo[3] deste *trade-off* entre salário e risco em uma estrutura de um período, numa configuração de ciclo de vida. Segundo Kniesner et al. (2006), talvez a principal contribuição destes modelos seja que o valor da vida em uma determinada idade depende muito do padrão de consumo da vida e, baseado na suposição de que o consumo é constante ao longo da mesma, o VSL pode ser anualizado para criar um invariante valor estatístico de uma vida - ano (VSLY[4]).

A grande diferença entre VSL e VSLY é que, teoricamente, a idade afeta o VSL, pois à medida que o tempo passa os indivíduos alteram seus comportamentos e suas preferências, ou seja, cada ano de vida tem um valor diferente. Neste sentido, Hammitt e Liu (2004) acrescentam que a idade interfere no VSL porque a expectativa de vida dos indivíduos, a saúde, os rendimentos, as oportunidades para consumir outros bens e outros fatores variam com o estágio do ciclo de vida, assim como as gerações também afetam o VSL através de mudanças na produtividade da mão de obra, na disponibilidade

[1] *Willingness to pay.*

[2] Exposição ao risco de doenças oriundas da poluição ao meio ambiente, por exemplo, que podem ter efeitos silenciosos durante a vida e tornarem-se complicações correntes no futuro.

[3] Maiores detalhes deste modelo podem ser vistos em Aldy e Viscusi (2004).

[4] *Value of a statistical life - Year.*

de medicamentos e outras tecnologias para se investir em longevidade, entre outros fatores. No caso do VSLY, ao se incluir a expectativa de vida dos indivíduos e o desconto intertemporal nesta conta, cada ano de vida passa a ter o mesmo valor, de modo que os efeitos de idade são mitigados, em tese.

Entretanto, Aldy e Viscusi (2008) alertam que para o consumo ser invariante no tempo em tais modelos dependerá da presença de mercados de capital e seguros perfeitos. Além disso, empiricamente, é sabido que o consumo não é constante, pois aumenta e diminui ao longo do ciclo de vida, o que reforça a possível ambiguidade entre VSL e idade. Ademais, o custo de oportunidade de se gastar com a redução do risco de mortalidade corrente diminui com a idade de acordo com a poupança acumulada e o horizonte de investimentos, o que pode resultar em uma redução da probabilidade de sobreviver. Assim, o efeito líquido destas mudanças pode causar tanto aumentos quanto quedas do VSL em relação a idade (Hammitt e Liu, 2004). Então, considera-se uma especificação enriquecida da função de salários hedônicos, na qual reflete a disposição de um trabalhador em aceitar riscos da atividade laboral, que dependerá da trajetória planejada do seu ciclo de vida do consumo, a qual será outra fonte para diferenças de idade no valor da vida (Kniesner et al., 2006).

Ao longo dos anos, alguns esforços vêm sendo realizados na literatura na busca por evidências acerca da relação entre VSL e idade, como os de Rosen (1988), Aldy e Viscusi (2004; 2007; 2008), Kniesner et al. (2006), Ehrlich e Yin (2005), Johansson (2002), Hammitt e Liu (2004), Smith et al. (2004), entre tantos outros. Em geral, estes estudos partem de uma análise teórica do valor estatístico de uma vida a partir da estrutura de modelos de ciclo de vida, corroborando em estimativas do VSL por idade de diferentes formas, de modo que suas hipóteses giram em torno do comportamento de "U" invertido da relação entre VSL e idade ou da relação negativa entre idade e VSL. Entretanto, os resultados são bem contraditórios.

Johansson (2002), por exemplo, mostra que o VSL tanto pode aumentar, como ser constante ou diminuir com a idade, ou, ainda, apresentar um comportamento ainda mais complexo. Ainda, o autor afirma que não há um suporte teórico robusto que garanta tanto o declínio como o comportamento de "U" invertido do VSL com relação à idade. Por outro lado, Aldy e Viscusi (2007) concluem que o VSL aumenta com a idade, atinge o seu pico no meio da vida e depois declina subsequentemente. Ademais, acrescentam que a suposição de um valor constante por ano de vida, que fundamenta a abordagem VSLY, pode ser rejeitada, pois o VSLY também aumenta e, subsequentemente, diminui ao longo do ciclo de vida. Ainda, Shepard e Zeckhauser (1984) mostram que o VSL diminui monotonicamente com a idade quando os indivíduos podem tomar empréstimos, prevendo ganhos futuros. Dessa forma, quando o indivíduo pode apenas otimizar o seu consumo poupando, sem pedir emprestado, há uma relação de "U" invertido entre o VSL e a idade.

No Brasil, até o momento, apenas a contribuição de Pereira et al. (2020) apresenta estimativas do VSL em termos de acidentes do trabalho, mas não abordam esta relação do valor estatístico de uma vida com a idade. Também, ao que se sabe, não existem outros estudos no país que tenham testado essas hipóteses relacionadas às variações

do VSL ao longo do ciclo de vida, tampouco que avaliem este comportamento de acordo com a idade dos trabalhadores.

Assim, diante do exposto, o objetivo do presente estudo é realizar a estimação da função de salários hedônicos a partir da construção de variáveis referentes aos acidentes fatais e não fatais no mercado de trabalho brasileiro para diferentes grupos etários, com o intuito de verificar o comportamento do VSL ao longo da idade dos trabalhadores brasileiros, utilizando dados do Registro Anual de Informações Sociais (RAIS) dos anos de 2012 a 2015. Após, através da construção de uma série de VSL para cada idade em todos os anos da base de dados, será calculado o VSLY médio para o Brasil. Com isso, será possível verificar como se dá essa relação entre VSL e idade no mercado de trabalho do país, colaborando para uma literatura, até então, bastante incipiente.

Para alcançar os objetivos propostos, o trabalho está organizado da seguinte forma: além desta introdução, no capítulo dois será apresentada a metodologia utilizada, juntamente com a base de dados. O capítulo três abordará os resultados do trabalho e, por fim, no capítulo quatro serão feitas as considerações finais do estudo.

2. Metodologia e dados

No presente estudo, o cálculo do VSL é realizado a partir da estimação da função de salários hedônicos, a qual fornece os coeficientes de risco de mortalidade gerados pelas combinações de salário e risco estimados a partir desta função. Conforme Aldy e Viscusi (2008), o modelo de salários hedônicos padrão estima o ponto de tangência entre a curva de oferta de mercado e os mais altos pontos de utilidade esperada constante dos trabalhadores. Dessa forma, a variação da idade no *trade-off* entre risco de mortalidade e salários reflete simultaneamente as diferenças de idade relacionadas às preferências, assim como as diferenças de idade na curva de oferta de mercado. Ou seja, trabalhadores de diferentes idades se estabelecerão em equilíbrios de mercado distintos, assim como trabalhadores de diferentes idades selecionarão pontos ao longo da curva de oportunidades de mercado que serão pertinentes ao seu grupo etário (Aldy e Viscusi, 2008).

Basicamente, conforme Pereira et al. (2020), a equação da função de salários hedônicos para um trabalhador i $(i = 1,\ldots,N)$ ao tempo t $(t = 1,\ldots,T)$ que permite estimar o VSL, pode ser descrita da seguinte forma:

$$\ln w_{it} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{FATAL}_{it} + \beta_2 \cdot \text{nao_fatal}_{it} + \beta_3 X_{it} + \beta_4 Z_{it} + c_i + u_{it}, \quad (1)$$

em que $\ln w_{it}$ é o logaritmo natural do salário/hora, FATAL_{it} é a taxa específica de acidentes fatais para cada subseção da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), nao_fatal_{it} é a taxa específica para acidentes não fatais, X_{it} é um vetor que contém variáveis referentes a características socioeconômicas dos trabalhadores (idade, idade ao quadrado, escolaridade, tempo de serviço no emprego, empregos *blue-collars*, quantidade de dias de afastamento do trabalho por lesão) e Z_{it} é um vetor que contém características dos estabelecimentos (tamanho do estabelecimento, número de empregados). Este último vetor tem por objetivo controlar possíveis heterogeneidades destas características dos empregos que podem interferir no nível de exposição ao risco dos

trabalhadores. Os $\beta's$ são os parâmetros a serem estimados e o termo c_i é um fator fixo no tempo não observado que afeta w_{it} e que não é sistematicamente relacionado às outras variáveis explicativas observáveis de interesse (Wooldridge, 2010). Por fim, u_{it} é o termo de erro do modelo, provavelmente de natureza heterocedástica. Conforme Kniesner et al. (2011), a estimação da função de salários hedônicos com dados em painel corrige os problemas referentes a diferenças em preferências e em aspectos relacionados com a produtividade dos trabalhadores, os quais podem estar correlacionados com os regressores do vetor de características socioeconômicas destes profissionais.

Esta regressão estimada resulta em uma medida da média do valor estatístico de uma vida para a amostra (Aldy e Viscusi, 2008):

$$\widehat{VSL} = \left[\widehat{\beta}_1 \cdot w \cdot h \cdot 100000\right], \tag{2}$$

em que h é igual a 2000, referindo-se ao número de horas anuais trabalhadas por um trabalhador que desempenha entre 30 e 40h semanais no ambiente de trabalho.

Para avaliar como o VSL varia com a idade, a equação (1) é modificada para que seja possível verificar como os diferenciais salariais compensatórios podem variar com a idade. Aldy e Viscusi (2007) alertam para a importância de se estimar a função de salários hedônicos para diferentes grupos etários em vez de, apenas, se iterar o risco de acidentes do setor com a idade. Conforme os autores, dentro das indústrias, os trabalhadores são menos propensos a sofrer uma lesão não fatal no trabalho à medida que envelhecem, o que é consistente com os trabalhadores se classificando para empregos mais seguros à medida que sua riqueza aumenta com a idade, de modo que este efeito da idade também pode refletir o benefício da experiência e do aprendizado na mitigação dos riscos de lesões ocupacionais. Assim, as mudanças com a idade, tanto da oferta quanto da demanda de trabalho, podem resultar não em um equilíbrio de mercado hedônico para compensação do trabalho e risco de mortalidade no emprego, mas em uma série de equilíbrios de mercado para grupos de diferentes idades.

Dessa forma, conforme o proposto por (Aldy e Viscusi, 2008), são criadas cinco variáveis indicadoras de grupos etários, formados pelos seguintes intervalos de idade: 18-24, 25-34, 35-44, 45-54 e 55-65, com as devidas medidas de risco, resultando na seguinte equação:

$$\begin{aligned} \ln w_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{it} + \sum_{i=1}^{4} \beta_2 \cdot \text{grupo_etario}_{it} + \sum_{i=1}^{5} \beta_3 \cdot \text{grupo_etario}_{it} \cdot \text{FATAL}_{it} \\ + \sum_{i=1}^{5} \beta_4 \cdot \text{grupo_etario}_{it} \cdot \text{nao_fatal}_{it} + \beta_5 Z_{it} + c_i + u_{it}, \end{aligned} \tag{3}$$

onde grupo_etario_{it} são as variáveis indicadoras de grupos etários.

Com o intuito de analisar o comportamento o VSL para cada idade em cada período analisado, a equação (1) sofre algumas alterações inerentes à estimação de modelos *cross-section*, de modo que pode ser descrita como:

$$\ln w_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{FATAL}_i + \beta_2 \cdot \text{nao_fatal}_i + \beta_3 X_i + \beta_4 Z_i + u_i. \tag{4}$$

Nesta estrutura, alguns controles referentes a características dos indivíduos, tais como gênero e raça, são incluídos na estimação, uma vez que na estimação com dados painel tais atributos, que são invariantes no tempo, não causariam efeito algum.

De acordo com Aldy e Viscusi (2008), esta abordagem permite inferir informações sobre o VSL com respeito à idade através de um grande número de regressões por grupos etários mais estritamente definidas para cada ano. Embora estas regressões *cross-section* forneçam estimativas menos precisas dos diferenciais compensatórios por risco do que grupos etários mais amplos, elas possibilitarão a estimação dos VSL's como uma função da idade se os VSL's específicos para cada idade seguem um padrão sistemático ao longo do ciclo de vida (Aldy e Viscusi, 2008).

Por fim, conforme Aldy e Viscusi (2007), é possível, também, analisar a variação do VSL com a idade assumindo que cada ano de vida tem o mesmo valor. Dessa forma, a partir da adaptação da teoria do ciclo de vida apresentada por Aldy e Viscusi (2004), constrói-se modelos que estimam o VSL, bem como a taxa de preferência do trabalhador (r). Estas estimativas podem ser usadas para derivar o valor estatístico de uma vida - ano (VSLY), que representa como o trabalhador valoriza os anos descontados da vida restante, ou seja, além de supor que cada ano de vida ao longo do ciclo de vida tenha o mesmo valor, essa abordagem geral pressupõe que o VSL possa ser expresso como o valor presente descontado desses valores anuais (Aldy e Viscusi, 2007).

Assim, segundo Aldy e Viscusi (2008), para a construção do VSLY é preciso anualizar os VSL's específicos por idade baseados na expectativa de vida L e em uma taxa de desconto intertemporal r, de modo que o VSLY pode ser definido por:

$$\text{VSLY} = \frac{\text{rVSL}}{1-(1+r)^{-L}}. \tag{5}$$

De acordo com Aldy e Viscusi (2007), a principal diferença entre os modelos VSLY e as estimativas do VSL padrão é que a variável de risco de fatalidade na equação salarial é substituída pelos demais anos de vida descontados. Essa formulação leva a estimativas empíricas de um valor por ano de vida descontado pela expectativa de vida e pela taxa de desconto implícita nas avaliações dos trabalhadores. A avaliação por ano de vida perdido com desconto e a taxa de preferência de tempo que os trabalhadores revelam por sua disposição de arriscar perdas futuras na expectativa de vida devido a trabalhos perigosos são estimadas como parte dessa metodologia.

A base de dados utilizada será o Registro Anual de Informações Sociais (RAIS) elaborada pelo Ministério do Trabalho. Segundo Pereira et al. (2020), esta base permite que se elaborem as variáveis referentes às taxas[5] de acidentes do trabalho fatais e não fatais, uma vez que possui em recenseamento destes acidentes que são computados

[5] O cálculo destas taxas segue a metodologia proposta no Censo de lesões corporais fatais de 2007, elaborado pela Secretaria de Estatísticas Trabalhistas do Departamento de Trabalho dos EUA. A taxa de acidentes fatais representa o número de lesões ocupacionais fatais por 100.000 trabalhadores empregados, a qual é obtida como se segue: $(N/W)x100.000$, onde N = número de lesões fatais no trabalho e W = número de trabalhadores empregados. Para o caso de lesões e doença, a taxa é calculada por 1000 trabalhadores empregados, de modo que, então, será o resultado da seguinte expressão $(N/W)x1000$. A escala para acidentes fatais é maior devido a sua menor incidência, em relação aos casos de lesão e doença. Esta nota metodológica pode ser obtida em https://www.bls.gov/iif/oshnotice10.htm .

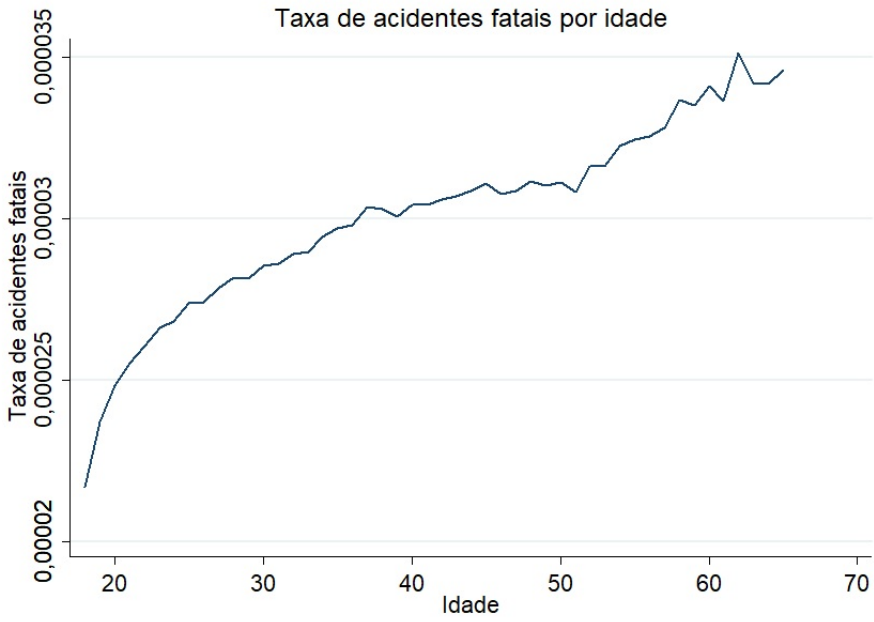

Figura 1. Taxa de acidentes fatais média por idade entre os anos de 2012 e 2015 no Brasil

cada vez que o trabalhador se afasta da sua atividade laboral, sendo informado o motivo e o número de dias referentes a este afastamento. Além disso, a RAIS possibilita que estas taxas de acidentes sejam desagregadas por subclasses da CNAE, permitindo a criação de uma taxa para cada uma das 1.301 subclasses. Na Figura 1 é mostrada a trajetória da taxa de acidentes fatais por idade entre os trabalhadores brasileiros. Observa-se que o risco de mortalidade no ambiente de trabalho tem uma relação positiva com a idade, atingindo o pico após os 60 anos de idade, tal como é verificado por Aldy e Viscusi (2004).

Para a realização das estimações dos modelos econométricos com dados em painel, utilizou-se um painel desbalanceado. Além disso, realizou-se alguns ajustes na base de dados. Primeiramente, restringiu-se a amostra a trabalhadores de período integral, ou seja, apenas aos trabalhadores que desempenham, ao menos, 30 horas semanais de trabalho, e a profissionais entre 18 e 65 anos de idade.

Também, optou-se por excluir os servidores públicos da amostra (estatutários) por estes possuírem uma rigidez salarial, durante a carreira profissional, diferente da observada para os trabalhadores com contratos de trabalho regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT)[6], algo que poderia interferir significativamente no cálculo do VSL ao longo da idade destes profissionais. Porém, é importante ressaltar que os salários dos trabalhadores formais regidos pela CLT são indexados pelo salário mínimo vigente no país, algo que pode ser relevante na distribuição salarial ao longo da idade. Assim, para analisar esta distribuição, a Figura 2 apresenta a relação mencionada a partir do

[6]Esta Lei pode ser vista em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del5452.htm.

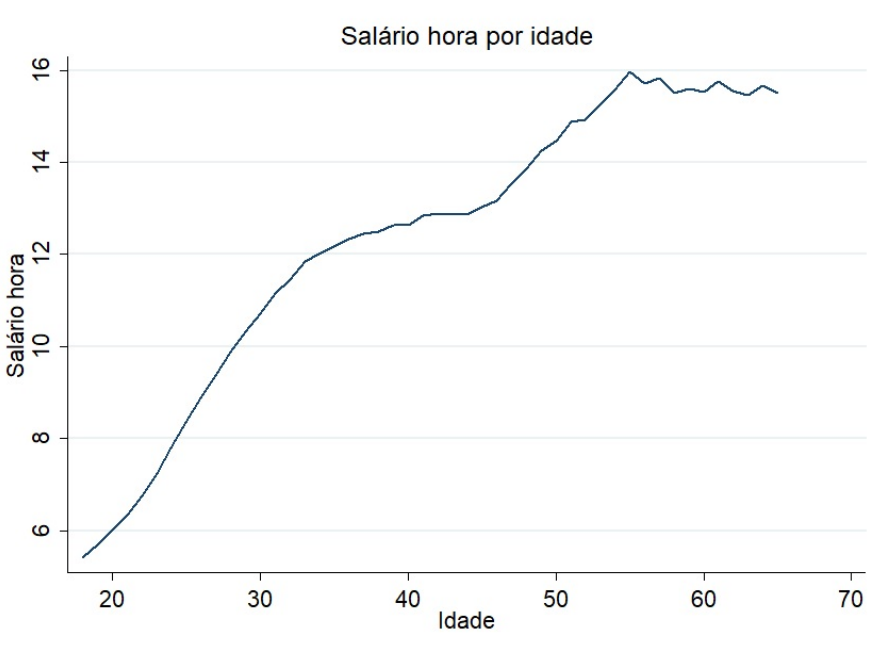

Figura 2. Salário hora médio por idade no Brasil entre os anos de 2012 e 2015

salário por hora[7] médio observado para cada faixa etária, onde se verifica a existência de uma relação positiva entre salários e idade no Brasil, estando entre os 50 e 60 anos de idade os maiores salários/hora pagos no país.

Ademais, criou-se um controle para ocupações *blue-collars*[8], pois nestes empregos os trabalhadores atuam diretamente na execução da atividade laboral, logo, estão mais expostos aos riscos de acidentes da atividade em relação aos trabalhadores *white-collars*, que se caracterizam por desempenhar atividades de caráter administrativo, gerencial ou administrativo (Pereira et al., 2020).

3. Resultados

Os resultados da estimação da função de salários hedônicos para grupos etários, obtidos a partir da equação (3), são apresentados na Tabela 1. É possível observar que os coeficientes de risco de mortalidade apresentam um comportamento que vai ao encontro da relação de "U" invertido proposta pela teoria do ciclo de vida, crescendo de magnitude do primeiro ao quarto grupo etário (45-54 anos de idade) e decaindo no último, corroborando com os resultados de Aldy e Viscusi (2007; 2008). Os VSL's por grupos etários seguem este mesmo padrão, onde o pico se encontra na faixa etária en-

[7] A variável salário/hora foi deflacionada pelo Deflator do PIB do Brasil, obtido no IBGE, a preços de 2015.

[8] É uma pessoa da classe trabalhadora que executa trabalho manual não agrícola, que pode envolver trabalhos de fabricação, mineração, saneamento, trabalho de custódia, trabalho de campo de petróleo, construção, mecânica, manutenção, armazenagem, combate a incêndio, instalação técnica e muitos outros tipos de trabalho físico. Esta nomenclatura é utilizada em países de língua inglesa.

Tabela 1. Valor estatístico de uma vida por grupos etários

	Grupos etários				
	18 - 24	25 - 34	35 - 44	45 - 54	55 - 65
Risco de mortalidade	0,00115***	0,00159***	0,00170***	0,00302***	0,00222***
	(0,000337)	(0,000273)	(0,000361)	(0,000418)	(0,000719)
VSL médio (em milhões R$)	R$ 1,521	R$ 3,289	R$ 4,277	R$ 8,543	R$ 6,968
Observações	4.609.402				
Número de ID	4.322.026				
R^2 Total	0,417				
R^2 Intra	0,345				
R^2 Entre	0,419				

Notas. Variável dependente: logaritmo natural do salário/hora a preços de 2015. A estimação do modelo de efeitos fixos de indivíduos contém controles de características pessoais e produtivas dos indivíduos (idade, tempo de emprego), controles para as proporções de acidentes fatais e não fatais do trabalho para cada subseção da CNAE e quantidades de dias afastamento do trabalho, controles para características dos empregos (tamanho do estabelecimento, ocupações *blue-collars*) e controles para setor e unidades federativas. Erros-padrão robustos à heterocedasticidade com correção de White entre parênteses. Significância estatística das estimativas representadas por *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

tre 45 e 54 anos de idade, mais uma vez corroborando com os resultados observados por Aldy e Viscusi (2007; 2008).

Para solucionar estas dúvidas em relação ao formato de curva do VSL em relação à idade dos trabalhadores brasileiros, a função de salários hedônicos, conforme a equação (4), em uma estrutura *cross-section*, foi estimada para cada idade, de 18 a 65 anos, para cada um dos períodos da amostra. Assim, foram realizadas 188 regressões[9] e, dessa forma, obteve-se este mesmo número de VSL's. Embora essas regressões segmentadas forneçam estimativas menos precisas dos diferenciais salariais compensatórios por risco do que grupos etários mais amplos, a partir delas torna-se possível estimar VSL's em função da idade se os VSL's específicos da idade seguirem um padrão sistemático ao longo do ciclo de vida (Aldy e Viscusi, 2008).

Estas estimativas do VSL podem ser observadas na Figura 3, a qual apresenta o gráfico construído a partir das funções ajustadas de idade-VSL com base em um polinômio de terceira ordem na especificação de idade[10], seguindo a mesma estratégia proposta por Aldy e Viscusi (2008). Como se pode ver, de fato, a curva do VSL por idade para o Brasil apresenta um comportamento não consoante com a teoria do ciclo de vida, tampouco com as evidências empíricas observadas por Aldy e Viscusi (2007; 2008), Andersson (2007), Hammitt e Liu (2004) e Johansson (2002), por exemplo. Ou seja, as estimativas do VSL para o Brasil não declinam com a idade, pelo contrário, apresentam um comportamento crescente, as quais são influenciadas tanto pelos coeficientes de risco de mortalidade neste mesmo sentido, assim como pela média salarial dos trabalhadores à medida que a idade avança, como mostram as Figuras 1 e 2.

[9] Ressalta-se que somente foram consideradas, para a construção do gráfico, as estimativas do risco de mortalidade que foram estatisticamente significativas, ou seja, as que resultaram em cálculos de VSL significativos.

[10] A regressão geradora do gráfico da Figura 3 pode ser vista na segunda coluna da Tabela A.3 do Apêndice.

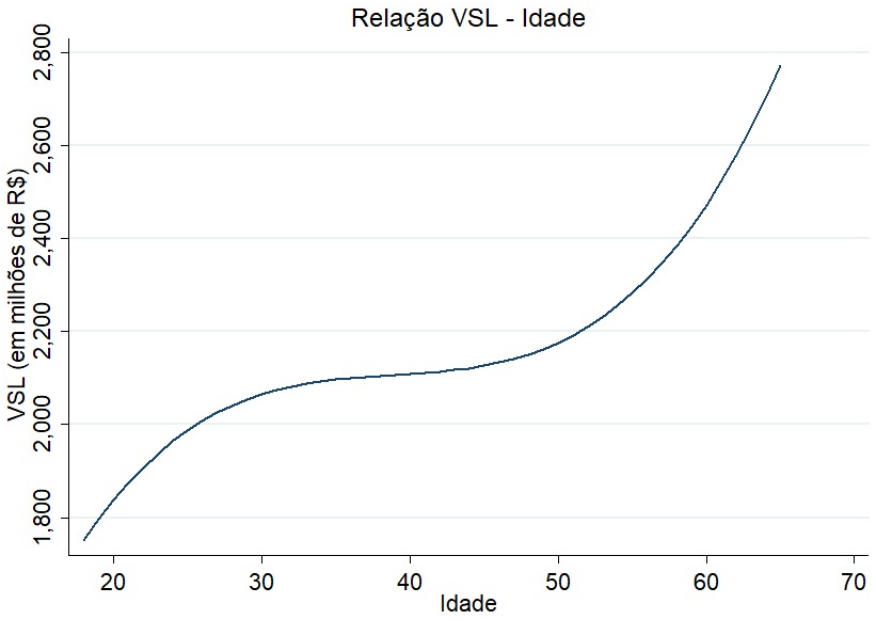

Figura 3. Valor estatístico de uma vida (VSL) por idade a partir de *cross-sections* anuais de 2012 à 2015. Curva baseada na série de VSL's estimados para cada idade nas *cross-sections* anuais de 2012 a 2015 e gerada através do polinômio de terceiro grau da idade, com estimativas robustas à heterocedasticidade com correção de White, significativas à 1%.

Em princípio, duas possibilidades surgem para este resultado. A primeira é a de que a relação de "U" invertido somente ocorre sob condições teóricas específicas, ou seja, supondo uma trajetória constante da utilidade do consumo. Porém, Hammitt e Liu (2004) e Kniesner et al. (2006) rejeitam esta hipótese, pois elencam uma série de questões que inviabilizam supor um consumo constante ao longo do ciclo vida. Dessa forma, sob suposições diferentes, a curva tem um formato diferente.

A segunda hipótese é uma peculiaridade do Brasil que não cabe dentro da teoria. Por exemplo, a irredutibilidade de salário, estabelecida em Lei, combinada com a dificuldade de realocar funcionários em outras funções, também estabelecida em Lei, e os altos custos para demitir quem tem muito tempo de firma, fazem com que os salários não caiam mesmo que a produtividade diminua com a idade. Além disso, devido à deficiência do sistema educacional e à baixa escolaridade média observada no país, é provável que a experiência no trabalho seja mais valorizada na determinação dos salários que o nível de qualificação (via educação) da mão de obra.

Porém, é importante salientar que estas percepções não são capturadas pelos modelos econométricos, de modo que é prudente não considerá-las como evidências acerca dos resultados, entretanto, são reflexões possíveis. Mas, a taxa de acidentes fatais e os salários/hora crescentes ao longo da idade são os argumentos mais concretos para justificar essa distinção da curva brasileira em relação às demais observadas na literatura.

Tabela 2. Valor estatístico de uma vida - ano (VSLY) médio para o Brasil entre os anos de 2012 e 2015

Grupo etário	VSLY médio
18 - 24	R$ 92.811,87
25 - 34	R$ 210.456,40
35 - 44	R$ 238.664,30
45 - 54	R$ 244.626,20
55 - 65	R$ 475.679,00

Através das estimativas do VSL que deram origem à Figura 3, torna-se possível construir, também, as estimativas do VSLY de acordo com a equação (5). Para tanto, os VSL's foram anualizados pela expectativa de vida no Brasil para cada um dos anos da série (2012 a 2015), a qual foi obtida a partir da Tábua de mortalidade do Brasil elaborada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), e pela taxa de desconto intertemporal, representada pela Taxa de Juros de Longo Prazo (TJLP) do país, também para cada um dos anos da base de dados, obtida na série histórica elaborada pelo Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES, 2020). Os resultados mostram que o VSLY médio obtido para o Brasil foi de R$263.200,00. Na Tabela 2 são apresentados os valores médios do VSLY calculados por grupos etários.

Como se pode ver, os pressupostos implícitos subjacentes a uma abordagem constante do VSLY, a qual exige que o valor da vida diminua com a idade em todas as idades, são rejeitados pela evidência empírica apresentada neste estudo. Esta rejeição é reforçada na Figura 4, o qual apresenta a curva[11] do VSLY em relação à idade. Observa-se que, assim como para o VSL, o VSLY também é crescente a taxas decrescentes até aproximadamente os 40 anos de idade e, depois, se torna estritamente crescente à medida que a idade avança. Dessa forma, a hipótese de que cada ano de vida ao longo do ciclo tem o mesmo valor é refutada para o caso brasileiro no período estudado.

4. Considerações Finais

O presente trabalho buscou analisar o comportamento da relação entre VSL e idade para o caso brasileiro. À luz de um modelo teórico de ciclo de vida adaptado para analisar o *trade-off* entre salário e risco, estimou-se a função de salários hedônicos, a partir dos dados da RAIS dos anos de 2012 a 2015, com especificações para dados em painel e controles específicos para as taxas de acidentes fatais e não fatais do trabalho para diferentes grupos etários. Além disso, foram estimadas dezenas de regressões para cada idade em cada ano da base de dados, com o objetivo de se obter estimativas específicas que compusessem uma série de VSL's por idade. Todo este arcabouço empírico permitiu a estimação da curva do VSL e, também, a estimação do VSLY médio e sua respectiva curva em relação à idade para o Brasil. As estimativas obtidas foram estatisticamente significativas, o que garante que as análises realizadas são robustas e consistentes.

[11] A regressão geradora do gráfico da Figura 4 pode ser vista na terceira coluna da Tabela A.3 do Apêndice.

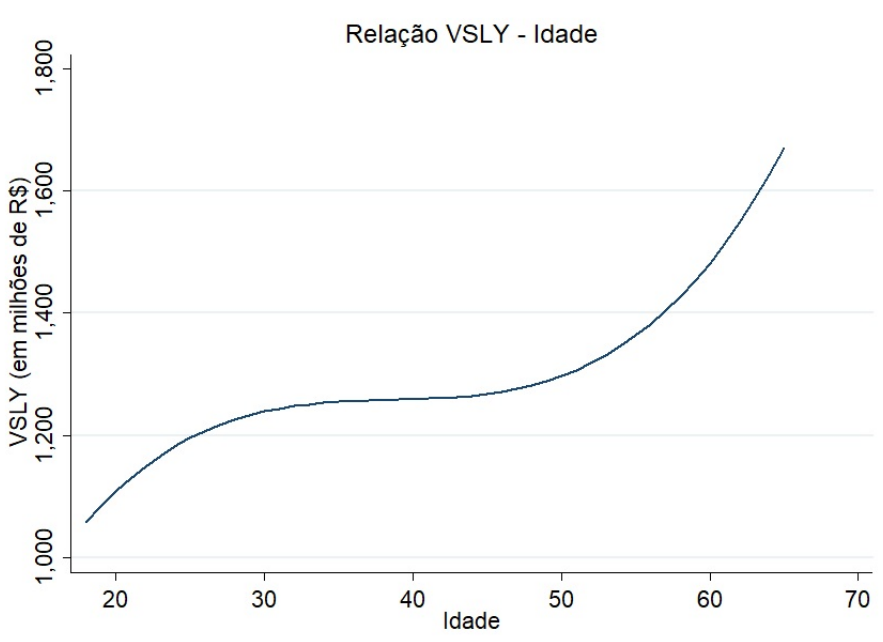

Figura 4. Valor estatístico de uma vida - ano (VSLY) baseado em valores estatísticos de uma vida por idade a partir de *cross-sections* anuais de 2012 a 2015. VSL's - Ano calculados a partir da taxa de desconto baseada na média da TJLP do Brasil para cada ano, na expectativa de vida para cada ano no país e nos VSL's estimados para cada idade nos cortes transversais anuais, entre os anos de 2012 e 2015. Curva estimada através do polinômio de terceiro grau da idade, com estimativas robustas à heterocedasticidade com correção de White, significativas à 1%.

De um modo geral, os resultados obtidos para o caso brasileiro vão de encontro à teoria do ciclo de vida apresentada, a qual prevê que tanto o VSL quanto o VSLY apresentam uma relação de "U" invertido com a idade. O que se observou é que o VSL cresce a taxas decrescentes até aproximadamente os 40 anos de idade e, depois, estas taxas tornam-se crescentes até os 65 anos de idade, onde o VSL atinge seu pico. O comportamento do VSLY é praticamente o mesmo e isso revela, também, um contrassenso em relação às evidências empíricas obtidas em outros trabalhos, ou seja, o caso brasileiro apresenta um comportamento inédito ao que se tem na literatura sobre este assunto.

Este comportamento tem justificativa em suas principais fontes: os coeficientes de risco de mortalidade e salários médios por faixas etárias. Os resultados mostram que estas estimativas dos coeficientes de risco para o Brasil são baixas na primeira faixa etária estabelecida no trabalho (18 - 24), crescendo na segunda e mantendo-se em um patamar semelhante nas duas seguintes.

Assim, este trabalho contribui com a literatura ao apresentar características inéditas em relação ao que já se tinha em termos de evidências empíricas sobre o assunto em questão. Porém, cabe ressaltar que uma série de dados com mais períodos possibilitaria uma maior acurácia, em termos médios, dos valores tanto do VSL quanto do VSLY por

idade para o Brasil, abrindo uma lacuna importante para novas agendas de pesquisa sobre este tema. Além disso, constatações mais robustas em relação a este comportamento peculiar do Brasil são essenciais para uma melhor compreensão do caso, algo que abre campo para uma necessária pesquisa futura.

Apêndice

Tabela A.3. Regressões geradoras dos gráficos das Figuras 3 (VSL) e 4 (VSLY)

Variáveis	VSL	VSLY
Idade	1,586e+06***	96.484***
	(336.032)	(22,964)
Idade²	-40.261***	-2.483***
	(9.504)	(652,2)
Idade³	345,0***	21,44***
	-84,34	-5,813
Constante	-1,694e+07***	-1,028e+06***
	(3.680.000)	(250.516)
Observações	160	160
R^2	0,662	0,625

Notas. Erros-padrão robustos à heterocedasticidade com correção de White entre parênteses. Significância estatística das estimativas representadas por *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

Referências Bibliográficas

Aldy, Joseph E e W. Kip Viscusi (2004): "Age Variations in Workers' Value of Statistical Life," Working Paper 10199, National Bureau of Economic Research, series: Working Paper Series. [2, 3, 6, 7]

Aldy, Joseph E. e W. Kip Viscusi (2007): "Age Differences in the Value of Statistical Life: Revealed Preference Evidence," *Rev Environ Econ Policy*, 1 (2), 241–260, publisher: Oxford Academic. [1, 3, 5, 6, 8, 9]

——— (2008): "Adjusting the Value of a Statistical Life for Age and Cohort Effects," *The Review of Economics and Statistics*, 90 (3), 573–581, publisher: MIT Press. [2, 3, 4, 5, 6, 8, 9]

Andersson, Henrik (2007): "Willingness to pay for road safety and estimates of the risk of death: Evidence from a Swedish contingent valuation study," *Accident Analysis & Prevention*, 39 (4), 853–865. [2, 9]

BNDES, Banco Nacional do Desenvolvimento (2020): "Taxa de Juros de Longo Prazo – TJLP." . [11]

Ehrlich, Isaac e Yong Yin (2005): "Explaining Diversities in Age-Specific Life Expectancies and Values of Life Saving: A Numerical Analysis," *J Risk Uncertainty*, 31 (2), 129–162. [3]

Hammitt, James K. e Jin-Tan Liu (2004): "Effects of Disease Type and Latency on the Value of Mortality Risk," *Journal of Risk and Uncertainty*, 28 (1), 73–95. [2, 3, 9, 10]

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2020): "Tábua completa de mortalidade para o Brasil – 2015: Breve análise da evolução da mortalidade no Brasil." . [11]

Johansson, Per-Olov (2002): "On the Definition and Age-Dependency of the Value of a Statistical Life," *Journal of Risk and Uncertainty*, 25 (3), 251–263. [3, 9]

Kniesner, Thomas J., W. Kip Viscusi, Christopher Woock, e James P. Ziliak (2011): "The Value of a Statistical Life: Evidence from Panel Data," *The Review of Economics and Statistics*, 94 (1), 74–87. [5]

Kniesner, Thomas J., W. Kip Viscusi, e James P. Ziliak (2006): "Life-Cycle Consumption and the Age-Adjusted Value of Life," *The B.E. Journal of Economic Analysis & Policy*, 5 (1), publisher: De Gruyter Section: The B.E. Journal of Economic Analysis & Policy. [2, 3, 10]

Pereira, Rafael Mesquita, Alexandre Nunes de Almeida, e Cristiano Aguiar de Oliveira (2020): "O valor estatístico de uma vida," *Estudos Econômicos (São Paulo)*, 50 (2), 227–259. [3, 4, 6, 8]

Rosen, Sherwin (1988): "The value of changes in life expectancy," *J Risk Uncertainty*, 1 (3), 285–304. [3]

Shepard, Donald S. e Richard J. Zeckhauser (1984): "Survival versus Consumption," *Management Science*, 30 (4), 423–439, publisher: INFORMS. [3]

Smith, V. Kerry, Mary F. Evans, Hyun Kim, e Donald H. Taylor (2004): "Do the Near-Elderly Value Mortality Risks Differently?" *The Review of Economics and Statistics*, 86 (1), 423–429, publisher: MIT Press. [3]

Wooldridge, Jeffrey M. (2010): *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, Cambridge, Mass: MIT Press, second edition edition ed. [5]