

## ***Death bonds: há mercado para este título?***

### **Resumo**

Um seguro de vida típico é concebido sob a premissa de altruísmo do contratante. Seu valor está relacionado à segurança financeira e ao conforto que o pagamento do benefício proporciona à família do segurado falecido. No entanto, com a possibilidade de resgate e altos deságios impostos pela seguradora, emergiu a possibilidade de existência de um mercado secundário, com a emissão de um título – o *death bond* – lastreado em contratos de seguro de vida, cuja taxa de retorno para o investidor depende da morte do antigo beneficiário. Este trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade deste mercado, por meio de simulações da tarifação primária e secundária de seguro de vida, incorporar possíveis falhas de mercado. Foram calculadas as taxas de retorno esperadas pelo investidor em dois cenários: o primeiro com a tarifação baseada em uma tábua de mortalidade padrão e outro utilizando uma tábua agravada para doentes de câncer. Verificou-se que, apesar de no primeiro cenário se tratar de um investimento de pouca atratividade, os resultados obtidos no segundo cenário apontam para a alta atratividade do produto por parte dos investidores, uma vez que o *death bond* apresenta taxas de retorno bastante altas e reduzidos desvios-padrão. Os resultados obtidos fornecem evidências de existência de seleção adversa neste mercado.

### **1. Introdução**

O seguro de vida é um produto bastante conhecido. É concebido sob a premissa de altruísmo do contratante. O capital segurado está relacionado à segurança financeira e ao conforto que o pagamento do benefício pode proporcionar à família do segurado falecido. Tradicionalmente, os agentes econômicos têm tratado o seguro de vida como um ativo ilíquido, por não existir um mercado secundário em que seja possível a venda de apólices. Por este motivo, as únicas opções do segurado eram manter a apólice até o fim da vida ou devolvê-la para a seguradora por um valor fixado. Nesta situação, o objetivo não poderia não ser plenamente cumprido, uma vez que a entidade seguradora penalizaria de modo exagerado o portador, impondo-lhe elevado deságio pelo resgate antecipado dos recursos acumulados.

No entanto, devido a motivos diversos, como problemas de saúde, necessidade de recursos ou mudança nas preferências, poderia ser de interesse do segurado tornar líquidos, ainda em vida, os recursos que só seriam liberados após a ocorrência de sua morte. Caso esta alternativa fosse viável, o segurado ofertaria sua apólice no mercado financeiro, para que algum agente ofertasse um valor mais elevado do que o proposto pela seguradora, obtendo desta forma uma taxa de retorno mais alta do que aquela obtida na transação com a seguradora. Nos últimos anos, o entendimento sobre as possibilidades financeiras de um seguro de vida tem mudado de modo considerável. Em países como a Alemanha e o Reino Unido, alguns segurados tem negociado suas apólices no mercado secundário. Havendo a efetivação de contrato entre o segurado e a instituição do mercado financeiro, o título recebe a denominação de *death bond*. Embora seja, a partir deste instante, um título financeiro, o problema de precificação da apólice no mercado secundário tem características atuariais, visto que o pagamento do benefício é certo, porém com o tempo de execução incerto, sendo a tábua atuarial o principal fator de decréscimo para a taxa de retorno do portador do título de vida.

Para o segurado, o ganho nesta transação está relacionado ao recebimento antecipado dos recursos, com deságio menor do que a seguradora lhe pagaria. Por um lado este novo mercado pode ser uma alternativa à rigidez na relação contratual entre seguradora e segurado, aumentando o bem-estar deste último. Por outro lado, neste novo mercado um conjunto distinto de imperfeições pode existir. Há possibilidade de seleção adversa, atraindo para

negociar suas apólices os indivíduos menos desejados pelo demandante<sup>1</sup>. Para o comprador da apólice, o ganho é inversamente proporcional ao tempo de sobrevivência do vendedor. Esta característica pode criar incentivos perversos pelo desejo da morte precoce do antigo segurado, o que aumentaria o lucro das firmas adquirentes de títulos de vida. Estes incentivos são a razão principal pela qual o tema tornou-se polêmico<sup>2</sup>. Portanto, dadas as falhas existentes, para o bom funcionamento deste mercado, é necessário que haja a devida regulamentação e existam mecanismos para reduzir o risco moral das partes envolvidas.

Tendo com base o quadro descrito acima, o objetivo do presente trabalho consiste em analisar a viabilidade deste mercado, por meio de simulações da tarifação primária e secundária desses títulos, além de avaliar as possíveis falhas de mercado.

O trabalho está dividido em mais quatro seções, além desta introdução. Na seção seguinte é feita uma revisão da literatura sobre o tema. Na terceira seção são apresentadas as características de funcionamento do mercado secundário. Na quarta seção são definidas as notações, terminologias e as metodologias empregadas. A seção 5 traz os resultados obtidos por meio das simulações. Finalizando, na seção 6 são feitas as considerações finais.

## 2. Revisão da Literatura

Há diversas publicações jornalísticas, porém poucos artigos acadêmicos sobre os *death bonds*. Um destes artigos acadêmicos é de Gatzert (2009), que identifica características e implicações econômicas do mercado secundário para seguros de vida, comparando os mercados do Reino Unido, Alemanha (em ambos, o mercado é tratado como um título de renda fixa) e EUA (cuja predominância é por *life settlements*). O autor argumenta que o principal fator para o sucesso do mercado secundário é o tamanho do mercado primário: com muitas apólices emitidas, haveria maiores possibilidades de negociação. Doherty e Singer (2002) avaliam que o desenvolvimento do mercado secundário poderia provocar um aumento na demanda por seguro de vida, trazendo benefícios para os ofertantes do mercado segurador primário à medida que tal aumento reduziria o risco de liquidez das seguradoras. Por outro lado, poderia haver aumento significativo no valor de prêmios para os segurados.

O lado da demanda também é lembrado por Gatzert (2009), pois, além do desenvolvimento deste mercado por melhorias em métodos de precificação, os investidores exigirão uma compensação adequada por investirem neste mercado. Neste contexto, taxas de juros mais baixas levarão a uma diversificação de seus portfólios, gerando uma procura maior por títulos lastreados em seguros de vida.

Focando sua atenção no segurado, Doherty e Singer (2002) demonstram que o surgimento de um mercado secundário faz com que haja ganhos de bem-estar, em particular para aqueles que necessitem de liquidez por qualquer razão. Eles alertam para o fato de que o segurado, por ter um papel ativo na decisão de venda de seu título, precisa estar bem informado sobre todas as possibilidades de mudanças de regime da apólice original, como, por exemplo, a opção do *seguro quitado* (em caso de eventual falta de pagamento, como será abordado na seção 4.1), entre outras opções, para que não tenha prejuízos inesperados.

As implicações jurídicas de um mercado secundário, discutidas por Gatzert (2009), versam sobre a questão do interesse segurável entre segurado, segurador e beneficiário. O

---

<sup>1</sup> Note-se que neste caso, o cliente menos desejado pode ser aquele com maior expectativa de vida.

<sup>2</sup> Diversas publicações nacionais e internacionais da imprensa dão atenção especial ao tema, entre outras: a edição de 30/jul/2007 da revista *BusinessWeek*, a edição de 10/mar/2010 do diário *The Wall Street Journal* e, no Brasil, um artigo na edição 271 da revista *Superinteressante*. Já na internet, surgiram diversas manifestações repudiando a existência deste mercado, sendo o mais expressivo o sítio [www.nodeathbonds.com](http://www.nodeathbonds.com).

autor cita um entendimento da Corte britânica em 1854 que determinou que o interesse segurável deve estar presente no momento da emissão, mas não nos períodos subsequentes. Já nos EUA, o entendimento de que os títulos provêm de pessoas desconhecidas dos investidores é considerado problemático por seguradores associações populares, devido ao fato de que os contratos são adquiridos sem interesse segurável legítimo, iniciados e controlados por investidores, cuja única intenção é revendê-los em mercado secundário.

Na mesma linha, Bozanic (2008) justifica juridicamente as razões para a não existência deste mercado. Para a autora, uma pessoa tem interesse segurável legítimo na sua própria vida e na vida de outros com quem ela tem uma relação pessoal. Este princípio estaria sendo claramente violado ao se obter retorno com a morte de alguém, cujo nome é desconhecido pelo investidor. Já Kohli (2006) argumenta que a legislação americana tem proporcionado boa estrutura inicial para proteger os segurados de uma transação de *death bond*, mesmo necessitando de maior regulamentação de preços, publicidade para o mercado e eventuais conflitos de interesse. O autor vai além: havendo a devida atenção da legislação, o mercado secundário de vida pode tornar-se uma grande fonte de valor para os segurados.

De forma diversa do que ocorre em mercados mais desenvolvidos, a cultura do mercado segurador brasileiro é tratar o seguro de vida como um seguro temporário, de curto prazo (em geral, com duração de um ano), tratamento este que não permite acumulação de capital. Neste sentido, a criação do mercado secundário no Brasil é bastante prejudicada. Além disso, a legislação brasileira, quando comparada à dos países supracitados, também é dúbia quanto à possibilidade da existência deste mercado. O Art. 760 do Código Civil de 2002 (que normatiza os contratos de seguros no Brasil) tem a seguinte redação:

“Art. 760. A apólice ou o bilhete de seguro serão nominativos, à ordem ou ao portador, e mencionarão os riscos assumidos, o início e o fim de sua validade, o limite da garantia e o prêmio devido, e, quando for o caso, o nome do segurado e o do beneficiário.

Parágrafo único. No seguro de pessoas, a apólice ou o bilhete não podem ser ao portador”.

É possível concluir que a apólice não deve ser ao portador. No entanto, o Art. 791 do mesmo Código tem a seguinte redação:

“Art. 791. Se o segurado não renunciar à faculdade, ou se o seguro não tiver como causa declarada a garantia de alguma obrigação, é lícita a substituição do beneficiário, por ato entre vivos ou de última vontade.

Parágrafo único. O segurador, que não for cientificado oportunamente da substituição, desobrigar-se-á pagando o capital segurado ao antigo beneficiário”.

O Art. 791 permite a troca de beneficiários de seguro de vida em qualquer instante, inclusive após a morte do segurado. Por meio da leitura conjunta dos Art. 760 e 791, pode-se inferir que a legislação brasileira admite a existência deste mercado, desde que por meio de um acordo explícito entre o antigo segurado e o comprador da apólice e que, obrigatoriamente, a seguradora seja comunicada de tal acordo. A única barreira para a instituição do novo mercado no Brasil parece ser a ausência de tratamento do seguro de vida como constituição de acúmulo de reserva financeira de longo prazo.

Kohli (2006) argumenta que este mercado pode beneficiar os corretores de seguros de cinco maneiras. A primeira por meio do recebimento de uma comissão para facilitar a negociação em mercado secundário. A segunda, em caso de seguro do tipo não quitado, eles podem receber comissões por renovações de apólices que teriam entrado em inadimplência e entrado em situações cujo valor do benefício teria sido reduzido. A terceira é a possibilidade de reinvestimento dos recursos advindos da operação, e, com isso, ganhar comissões. A quarta

é que o corretor pode ganhar comissões por novos seguros de vida emitidos no mercado primário. Finalmente, o quinto conflito é a participação dos corretores na conversão de termos da apólice. Dadas essas possibilidades, o mercado pode vir a ser atrativo para os corretores: com o incentivo financeiro para recomendar operações que podem não ser as mais adequadas à situação de seus clientes, há necessidade de atenção adicional por parte dos legisladores.

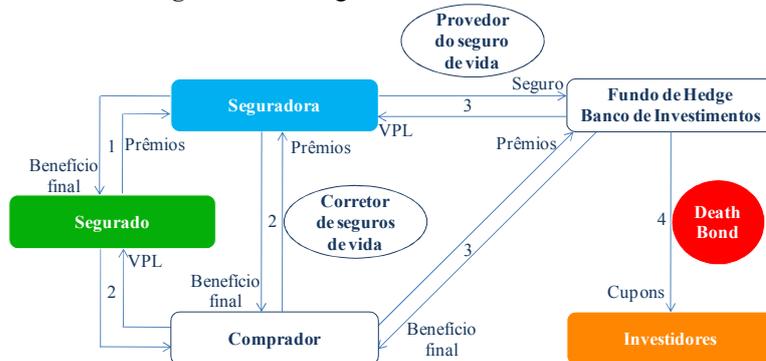
Sobre o apereçamento dos títulos de seguro de vida, Menoncin (2009) apresenta uma forma fechada para tarifação de um *death bond*, quando adotada uma família de funções de sobrevivência, em tempo contínuo, chamada *Gompertz-Makeham* utilizando cálculo estocástico. Além disso, o autor apresenta a forma como o *death bond* deveria entrar no portfólio do agente comprador do título de vida do antigo segurado, de modo a maximizar a utilidade esperada do seu consumo intertemporal e sua riqueza final, quando o horizonte de tempo coincide com o instante de recebimento do benefício. Esta modelagem contribui para a tarifação das taxas de retorno para os agentes no mercado, uma vez que o autor encontra formas fechadas de tarifação quando são válidas as premissas supracitadas. No entanto, apesar da contribuição acadêmica, o enfoque do autor concentra-se nas demonstrações algébricas para a tarifação do título, não concluindo sobre a viabilidade deste mercado.

A contribuição esperada deste trabalho é dar um tratamento numérico e atuarial para a precificação dos *death bonds*, utilizando tábuas de mortalidade amplamente utilizadas pelo mercado segurador. Com base nos resultados obtidos, faz-se uma extensão por meio da qual se tenta identificar os perfis de segurados mais interessantes do ponto de vista do investidor, bem como se apresenta uma discussão do impacto das falhas de mercado existentes.

### 3. O produto financeiro *death bond*

Nesta seção será detalhado o funcionamento do mercado do título, bem como sua definição. Um *death bond* é um título lastreado em contratos de seguro de vida, no qual o recebimento do benefício por parte do portador (em geral, alguma instituição financeira) ocorre ao final do período de morte do segurado. O segurado, por quaisquer motivos, decide vender o direito de seus beneficiários receberem um montante estipulado por contrato; assim, o novo detentor deste direito, após pagar ao segurado um valor acordado, passa a ser o novo beneficiário do seguro, de forma a receber o benefício após a morte do segurado. Este título corresponde, portanto, a uma mudança de beneficiário do seguro por morte mediante pagamento antecipado em vida ao segurado, configurando-se como um derivativo de seguro de vida. A natureza aleatória deste título advém do fato de que apesar de o recebimento do benefício ser certo, uma vez que todos os segurados morrerão, há a incerteza quanto ao tempo a ser decorrido até a morte dos segurados.

Figura 1 – Fluxograma da emissão de um *death bond*



Fonte: adaptado de Menoncin (2009).

De acordo com a Figura 1, pode-se descrever o funcionamento do mercado de *death bonds*, conforme feito por Menoncin (2009):

1. O segurado é o subscritor do seguro de vida. Quando este agente não possui mais necessidade de seguro de vida, ele pode querer se desfazer de sua apólice;
2. O segurado contrata um corretor de seguros de vida (figura obrigatória em negociações de seguros em diversos países do mundo) que deverá encontrar um comprador para sua apólice. O comprador paga o valor presente líquido da reserva acumulada pelos pagamentos do segurado e recebe a apólice de seguro. Assim, o comprador deverá realizar os pagamentos restantes à seguradora para manter o valor inicialmente contratado, ou ajustar o seu valor presente. O comprador receberá da seguradora o benefício quando o segurado morrer. O segurado paga ao corretor de seguros uma comissão pré-estabelecida;
3. Outro agente é o provedor do seguro de vida. Por meio dele, um fundo de investimentos ou um banco compra um conjunto de seguros de vida de uma ou mais seguradoras. Nesse caso, o fundo de hedge ou banco de investimentos receberá os prêmios do comprador e pagará o benefício final, e;
4. Na última etapa, após uma quantidade suficiente de apólices serem coletadas, tais apólices podem lastrear a emissão de um *death bond*. Assim, as apólices possuem o mesmo papel que os ativos em um título lastreado em ativos ou que as hipotecas em títulos hipotecários. O novo *death bond* é chamado de ativo transferido (*pass through*) se os prêmios recebidos pelo fundo de hedge são pagos diretamente aos investidores.

Após a emissão de um título, é de interesse da instituição agrupar títulos de diversos indivíduos em uma carteira para pulverizar o risco de queda de retorno financeiro. Os perfis mais interessantes para a formação do portfólio serão identificados mais adiante.

#### 4. Metodologia

Como discutido anteriormente, a taxa de retorno de um título desta natureza dependerá, basicamente, do montante financeiro que um indivíduo conseguiu acumular junto à entidade seguradora em regime financeiro de capitalização, cujo nome técnico é *reserva de prêmios (RP)* ou *provisão matemática de benefícios a conceder (PMBaC)*. Trata-se de uma obrigação da seguradora em prover benefícios futuros ao segurado, mediante pagamento de um prêmio, seja ele fracionado ou único.

O cálculo do prêmio é determinado de modo a equivaler o montante a ser pago quando da contratação do produto ao *valor presente esperado (VPE)* do fluxo de pagamentos no futuro. O *VPE* depende de duas premissas fundamentais, que são a função de sobrevivência adotada, que fornece a probabilidade de um indivíduo sobreviver a um dado período de tempo, e a taxa de juros a incorrer no período de acumulação da *PMBaC*, de modo a representar a valorização financeira ao longo do tempo.

Por se tratar de um seguro de vida, faz-se a premissa de que o benefício será pago de uma só vez ao final do ano da morte do segurado ao seu dependente. Jordan (1991) argumenta que essa premissa é conveniente, uma vez que a probabilidade de morte pode ser obtida imediatamente a partir de uma tábua de mortalidade, sem que seja necessário adotar premissas adicionais sobre a taxa instantânea de mortalidade. Além disso, para o presente trabalho, serão calculados somente seguros de vida inteira (isto é, com cobertura por toda a vida do indivíduo, a partir da data de contratação), para garantir que existirá um pagamento certo ao beneficiário quando da morte do segurado.

Para a modelagem da mortalidade do segurado, será utilizada a tábua mais conservadora possível, a AT-2000<sup>3</sup> (masculina e feminina), em se tratando de sobrevivência<sup>4</sup>. Este interesse na sobrevivência dá-se devido ao caráter indesejado, do ponto de vista do portador do *death bond*, de que o antigo segurado venha a falecer depois do que seria esperado para ele.

#### 4.1. Notação e definições

Esta seção tem por objetivo principal apresentar o modelo a ser adotado para a realização das simulações. Também é apresentada de forma resumida a forma com que o mercado segurador, empregando os conceitos de matemática atuarial, precifica um seguro de vida inteira. Mais detalhes sobre a teoria atuarial podem ser obtidas em Jordan (1991) e Bowers *et al.* (1997).

Sejam  $l_x$  e  $d_x$  as quantidades de indivíduos vivos com idade  $x$  (medida em anos) e de indivíduos falecidos antes de completarem  $x+1$  anos, respectivamente, dadas por uma tábua de mortalidade qualquer. Pode-se determinar a probabilidade de um indivíduo morrer ou falecer na idade  $x+t$ , cuja notação é  ${}_t p_x$ , a partir da interpretação clássica de probabilidade, isto é, pela razão entre os vivos em  $x+t$  e na idade  $x$ . Por se tratar de uma probabilidade, o complementar  ${}_t q_x = 1 - {}_t p_x$  será a probabilidade de um indivíduo com idade  $x$  vir a falecer entre  $x$  e  $x+t$ .

Define-se a taxa de desconto  $v$  como o fator redutor financeiro de fluxos futuros, dada a taxa de juros ( $i$ ) a incorrer no período entre a contratação do seguro e a morte do segurado. O fator de desconto financeiro intertemporal, em tempo discreto, entre  $t$  períodos é definido como  $v = \frac{1}{(1+i)^t}$ . Todavia, o fluxo de caixa do recebimento dos benefícios é probabilista,

dada a incerteza da sobrevivência do segurado, sendo preciso ponderar o fluxo de pagamentos pela probabilidade de ocorrência do evento de interesse; neste caso, a morte do segurado.

Visando obter proteção financeira para si ou para sua família, é de interesse de determinado indivíduo adquirir seguro. Em se tratando de uma autoproteção financeira, o segurado poderia contratar uma renda para o período em que não mais for capaz de trabalhar, para a qual se dá o nome de *previdência complementar*. No caso de ele querer proteger financeiramente a sua família contra sua morte prematura, a opção oferecida pelo mercado é o chamado *seguro de vida*, em que um montante é pago aos beneficiários quando o segurado vier a falecer. Este seguro pode ser por um prazo determinado (*temporário*) ou cobrir toda a vida do segurado, sendo denominado *seguro de vida inteira*.

O enfoque do trabalho é na tarifação secundária dos *death bonds*, que depende da contratação primária do seguro de vida, cuja forma de custeio dar-se-á sob o regime de capitalização, usualmente utilizado no mercado segurador. Existem diversas maneiras de um segurado pagar por este produto: seja de modo único ou parcelado. Há ainda a possibilidade de pagamento irregular, mas por não ser comum e de difícil modelagem, será desconsiderado neste trabalho.

---

<sup>3</sup> Uma *Annuity Table (AT)* atuarial consiste em um método estruturado para determinar o valor presente de uma série de pagamentos futuros, no valor de uma unidade monetária, composta por um fator de desconto financeiro, ponderado pela probabilidade da ocorrência de morte.

<sup>4</sup> Chan, Silva e Martins (2006) apresentam um comparativo entre diversas tábuas de mortalidade e verificam que a AT-2000 apresenta, para quase todas as idades, probabilidades de morte inferiores quando comparadas a outras comumente utilizadas no mercado, evidenciando que a expectativa de sobrevivência da população é cada vez maior. Por este motivo, optou-se por empregar a tábua mais utilizada no mercado para a tarifação e não fazer quaisquer simulações do impacto da alteração de tábuas por se tratar de um resultado esperado.

O pagamento único de um seguro de vida inteira no valor de uma unidade monetária ( $A_x$ ), também chamado de *prêmio único puro (PUP)*, é definido como o valor presente da probabilidade de morte do indivíduo, e pode ser obtido utilizando a seguinte fórmula, simplificando com as funções de comutação<sup>5</sup>:

$$A_x = \sum_{t=0}^{\infty} v^{t+1} {}_t q_x = \frac{1}{l_x} \sum_{t=0}^{\infty} v^{t+1} d_{x+t}. \quad (1)$$

Utilizando outras funções de comutação,  $D_x = v^x l_x$ ,  $C_x = v^{x+1} d_x$  e  $M_x = \sum_{t=0}^{\infty} C_{x+t}$ , obtém-se o valor do seguro de vida inteira, uma unidade de capital paga ao beneficiário ao final do ano da morte do segurado trazida a valor presente:

$$A_x = \sum_{t=0}^{\infty} v^{t+1} {}_t q_x = \frac{1}{v^x l_x} \sum_{t=0}^{\infty} v^{x+t+1} d_{x+t} = \frac{1}{D_x} \sum_{t=0}^{\infty} C_{x+t} = \frac{M_x}{D_x} \quad (2)$$

Como já apontado, o indivíduo poderá parcelar o pagamento do seguro. Uma opção é pagar por toda a vida ou somente por um período pré-determinado. No entanto, o indivíduo pode vir a falecer durante o período de pagamento (caso trivial quando a opção for pagar durante toda a vida) e, portanto, faz-se necessário, ponderar o fluxo de pagamentos pelas probabilidades de morte.

Para a determinação do valor de prêmio pago parcelado, é preciso antes determinar a fórmula da anuidade vitalícia contratada na idade  $x$  ( $\ddot{a}_x$ ). O trema denota que o prêmio será pago de modo antecipado, isto é, no início de cada período, para garantir que há recursos para efetuar o pagamento do seguro, caso a morte venha a ocorrer. Definindo-se a comutação  $N_x = \sum_{t=0}^{\infty} D_{x+t}$ , obtém-se:

$$\ddot{a}_x = \sum_{t=0}^{\infty} v^t {}_t p_x = \sum_{t=0}^{\infty} \frac{D_{x+t}}{D_x} = \frac{1}{D_x} \sum_{t=0}^{\infty} D_{x+t} = \frac{N_x}{D_x} \quad (3)$$

Caso a opção de parcelamento seja de forma temporária, pode-se obter, a partir da Equação 3, a chamada *anuidade temporária de k anos*, cuja notação é  $\ddot{a}_{x:\overline{k}|}$ , fazendo a subtração entre  $\ddot{a}_x$  e  $\ddot{a}_{x+k}$ .

Portanto, a quantia a ser paga anualmente, caso o segurado queira parcelar o valor do seguro de vida inteira, deve ser determinada pelo princípio da equivalência entre o valor presente esperado na idade  $x$  da seqüência de pagamentos de uma renda anual vitalícia e o valor esperado presente na idade  $x$  do seguro contratado. Neste caso, o prêmio é chamado de *prêmio puro nivelado anual (PNA)*, e, portanto:

$$\ddot{a}_x P_x = A_x \Leftrightarrow P_x = \frac{A_x}{\ddot{a}_x} = \frac{M_x}{N_x}. \quad (4)$$

No entanto, o segurado pode optar por quitar o seguro de forma parcelada, mas em um período temporário de  $k$  anos, cujo termo técnico é *prêmio puro nivelado anual quitado em k anos (PNA<sub>k</sub>)*, e cuja fórmula em comutação é dada por:

<sup>5</sup> Neste trabalho será adotada a notação da *International Actuarial Notation (IAN)* para as funções de comutação, cujo emprego de símbolos visa à simplificação do cálculo de prêmios de seguros. Mais detalhes em JIA (1949).

$${}_k P_x \ddot{a}_x = A \Leftrightarrow {}_k P_x = \frac{A_x}{\ddot{a}_{x:\overline{k}|}} = \frac{M_x}{(N_x - N_{x+k})}. \quad (5)$$

O acúmulo de reservas depende do número de parcelas de pagamento de prêmios por parte do segurado à entidade seguradora. Naturalmente, a reserva de um indivíduo que pagou o *PUP* rende juros financeiros anualmente a partir da data de contratação. Para os casos de *PNA* e *PNA<sub>k</sub>*, existem duas formas de se avaliar a *PMBaC*: pelo método prospectivo e pelo retrospectivo<sup>6</sup>. Para o presente estudo, foi feita a opção pelo método prospectivo.

Para um seguro de vida inteira, parcelado conforme um *PNA*, contratado na idade  $x$ , a reserva acumulada até a idade  $x+t$ ,  ${}_t V_x$ , pode ser escrita como:

$${}_t V_x = A_{x+t} - P_x \cdot \ddot{a}_{x+t} = \frac{M_{x+t} - P_x N_{x+t}}{D_{x+t}}. \quad (6)$$

Para o caso de seguro de vida inteira, cuja opção de parcelamento segue um *PNA<sub>k</sub>*, a reserva acumulada até a idade  $x+t$ , cuja notação será  ${}^k_t V_x$ , pode ser escrita como:

$${}^k_t V_x = A_{x+t} - {}_k P_x \cdot \ddot{a}_{x+t:k-t|} = \frac{M_{x+t} - {}_k P_x (N_{x+t} - N_{x+k})}{D_{x+t}}. \quad (7)$$

Um produto oferecido pelas seguradoras é o chamado *seguro quitado* (*paid-up insurance*). Esta modalidade de seguro de vida permite que, para evitar uma eventual inadimplência por parte do segurado, seja possível renegociar o valor do benefício, a partir de uma reserva já acumulada. A fórmula de reavaliação da reserva de um seguro, denotada por  ${}_t W_x$ , e cuja opção de pagamento foi *PNA*, é dada por:

$${}_t W_x = \frac{{}_t V_x}{A_{x+t}} = \frac{A_{x+t} - P_x \cdot \ddot{a}_{x+t}}{A_{x+t}} = 1 - \frac{P_x}{P_{x+t}}. \quad (8)$$

Analogamente, pode-se obter a revisão do valor da cobertura para o caso de se ter a opção *PNA<sub>k</sub>* de parcelamento do prêmio:

$${}^k_t W_x = \frac{{}^k_t V_x}{A_{x+t}} = 1 - \frac{{}_k P_x}{{}_{k-t} P_{x+t}}. \quad (9)$$

## 4.2. Rentabilidade do *death bond*

A fim de cumprir o objetivo de analisar a taxa de retorno esperada por quem adquire o *death bond*, é preciso avaliar o montante a ser pago pelo comprador. É razoável supor que o comprador tenha o dispêndio de um montante proporcional à reserva acumulada pelo segurado e, em caso de morte do segurado, o benefício seria pago ao portador do *death bond*.

Desta maneira, define-se a taxa de retorno ( $TR_{x,t,n}$ ) do *death bond*, como em Fabozzi (2000), descrita na Equação 10, a seguir:

$$TR_{x,t,n} = \frac{\left( \frac{K_t W_x}{(1+j)^n} \right) - {}_t V_x}{{}_t V_x}, \text{ em que:} \quad (10)$$

$x$  denota a idade em que o segurado contratou o seguro;

<sup>6</sup> Jordan (1991) discute e apresenta ambos os métodos, além de mostrar que os resultados serão sempre iguais, sob manutenção das premissas iniciais.

$t$  é o período decorrido entre a contratação do seguro até a negociação com a instituição que o adquire, isto é, o número de parcelas do PNA pagos pelo segurado à seguradora;

$n$  é o período decorrido entre a aquisição do seguro pela instituição até o recebimento do benefício, quando da morte do segurado, com a restrição  $t \leq n$ ;

${}_tV_x$  é a reserva acumulada pelo segurado (montante pago pelo título) entre as idades  $x$  e  $x+t$ ;

$j$  é a taxa de juros, denotando o custo de oportunidade da instituição que adquiriu o seguro;

$K \cdot {}_tW_x$  é o valor do benefício a ser recebido pela instituição, quando da morte do segurado.

Para avaliar a expectativa de retorno na transação do *death bond* por parte do comprador da apólice, é preciso avaliar uma taxa de retorno esperada ( $TRE_{x,t,n}$ ) no instante da negociação. Esta taxa de retorno deve ser ponderada pelas probabilidades de pagamento do benefício, que depende única e exclusivamente da probabilidade do segurado morrer, como evidencia a Equação 11, a seguir.

$$TRE_{x,t,n} = \frac{\sum_{n=t}^{\infty} \left\{ q_{x+n} \prod_{i=t}^{n-1} (p_{x+i}) \left[ \frac{\left( \frac{K \cdot {}_tW_x}{(1+j)^n} \right) - {}_tV_x}{{}_tV_x} \right] \right\}}{\sum_{n=t}^{\infty} \left[ q_{x+n} \prod_{i=t}^{n-1} (p_{x+i}) \right]}, \text{ em que:} \quad (11)$$

$x$  denota a idade em que o segurado contratou o seguro;

$t$  é o período decorrido entre a contratação do seguro até a negociação com a instituição que o adquire, isto é, o número de parcelas do PNA pagos pelo segurado à seguradora;

$n$  é o período decorrido entre a aquisição do seguro pela instituição até o recebimento do benefício, quando da morte do segurado, com a restrição  $t \leq n$ ;

${}_tV_x$  é a reserva acumulada pelo segurado (montante pago pelo título) entre as idades  $x$  e  $x+t$ ;

$j$  é a taxa de juros, denotando o custo de oportunidade da instituição que adquiriu o seguro;

$K \cdot {}_tW_x$  é o valor do benefício a ser recebido pela instituição, quando da morte do segurado;

$q_n$  é a probabilidade de o indivíduo morrer entre as idades  $n$  e  $n+1$ , e;

$p_i$  é a probabilidade de o indivíduo sobreviver às idades  $i$  e  $i+1$ . Quando  $n = t$ , a expressão  $\prod_{i=t}^{n-1} (p_{x+i})$  não será calculada, uma vez que o segurado está vivo quando a transação do *death bond* é efetuada.

Os cálculos serão apresentados na próxima seção com o intuito de ilustrar a magnitude dos retornos que podem ser obtidos pelo investidor na negociação de um *death bond*.

## 5. Simulações

Nas subseções a seguir são apresentados os cálculos que servirão de subsídio para verificar a viabilidade de uma eventual negociação entre o segurado e o investidor. O cálculo inicial é feito para um determinado perfil de segurado. Em seguida, será realizada uma análise de sensibilidade, com o intuito de identificar quais perfis de segurados podem ser mais interessantes do ponto de vista do investidor do *death bond*. Finalmente, é analisado como uma falha de mercado – a seleção adversa – pode afetar as taxas de retorno do investidor.

## 5.1. Cálculo da Taxa de Retorno para o investidor

O cálculo da taxa de retorno  $TR_{x,t,n}$  para o investidor é feita por meio da Equação 10. Supõe-se que a pessoa segurada tenha as seguintes características: seja um homem que contratou na idade  $x$  igual a 35 anos um seguro de vida inteira com valor de face  $K$  igual a R\$ 100 mil, cuja opção de pagamento foi por um *PNA* e estava adimplente até os 50 anos (portanto,  $t = 15$ ), quando decidiu negociar o seu seguro com alguma instituição. O benefício considerado é o montante correspondente ao *seguro quitado*. Os valores supracitados foram utilizados para calcular a *reserva acumulada* ( ${}_{15}V_{35}$ ) até a data de negociação, a partir da Equação 6 e da revisão do *montante a ser pago como benefício* ( $K_{15}W_{35}$ ) advindo de um seguro quitado (calculado com o emprego da Equação 8), supondo que o portador não mais irá continuar o pagamento das anuidades do seguro de vida. Os resultados são apresentados na Tabela 1, a seguir.

**Tabela 1** – Tarificação do seguro de vida para um indivíduo simulado

Gênero (M/F)	M
Idade de contratação ( $x$ , em anos)	35
Parcelas anuais quitadas ( $t$ , em anos)	15
Idade Atual ( $x + t$ , em anos)	50
Reserva Acumulada ( ${}_tV_x$ )	R\$ 21.654,58
Cobertura ( $K$ )	R\$ 100.000,00
Seguro quitado ( $K_tW_x$ )	R\$ 40.352,28
Taxa de Desconto Financeiro (ao ano)	2%

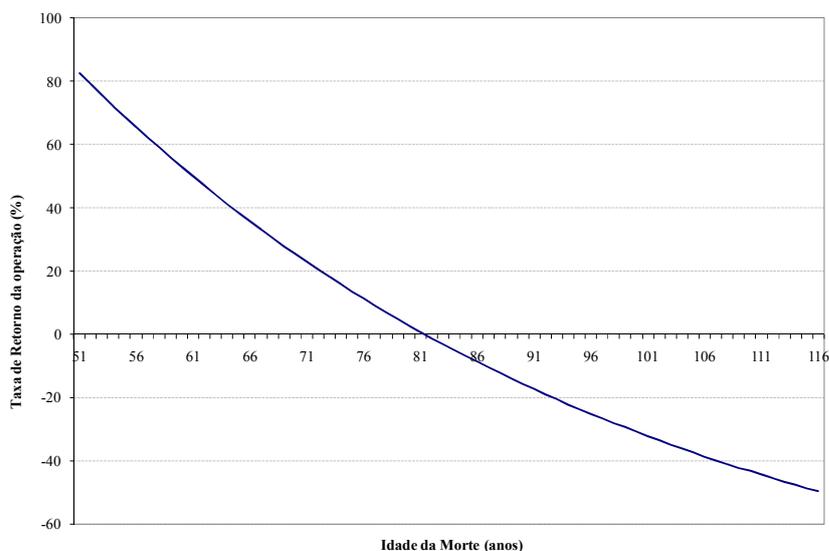
Fonte: cálculos dos autores.

A partir dos montantes apresentados na Tabela 1, percebe-se que o investidor estaria disposto a pagar R\$ 21.654,58 (valor da reserva acumulada até a idade  $x + t = 50$  anos), por um seguro que pagará um benefício R\$ 40.352,28 quando o antigo segurado vier a falecer. Em caso de morte do segurado no primeiro ano após a negociação do seu seguro de vida ( $n = 1$ , entre as idades 50 e 51 anos), calcula-se, por meio da Equação 10, uma  $TR_{35,15,1}$  de 82,69%. Ou seja, esta é a rentabilidade obtida pelo investidor se o segurado falecer no primeiro ano após a venda do seguro.

Uma vez computada a taxa de retorno do investidor para o primeiro ano, calculou-se a taxa de retorno ( $TR_{35,15,n}$ ) do investidor para cada idade ( $x + t + n$ , com  $n > 1$ ) possível de morte do segurado. Isto é, calcular as taxas de retorno, por meio da Equação 10, para todos os possíveis valores de  $n$ , até que o indivíduo segurado atinja a idade limite da tábua AT-2000 adotada, que é de 115 anos. Os resultados estão evidenciados no Gráfico 1. Como é possível observar, a função de retorno da entidade, nova portadora do título, é monotonicamente decrescente, de tal forma que o instante de tempo em que o lucro estaria maximizado seria aquele imediatamente posterior à celebração do contrato. Este fato pode evidenciar o interesse dos compradores em adquirir os títulos de indivíduos com maior probabilidade de vir a falecer de modo precoce, indicando a possibilidade de haver seleção adversa neste mercado.

Também é possível perceber que há alteração no sinal do retorno do portador do título exatamente na idade em que é esperado o falecimento do antigo segurado. De acordo com a tábua AT-2000 Masculina, a expectativa de sobrevida de um homem de 50 anos de idade está entre 35 e 36 anos. Este evento demonstra uma característica intrínseca do título: dada a idade do segurado no instante da negociação, os retornos passam a ser negativos exatamente quando a idade esperada de sobrevida da pessoa é atingida.

**Gráfico 1** – Taxa de Retorno para o investidor, por idade de morte do segurado



Fonte: cálculos dos autores.

## 5.2. Análise de sensibilidade da Taxa de Retorno para o investidor

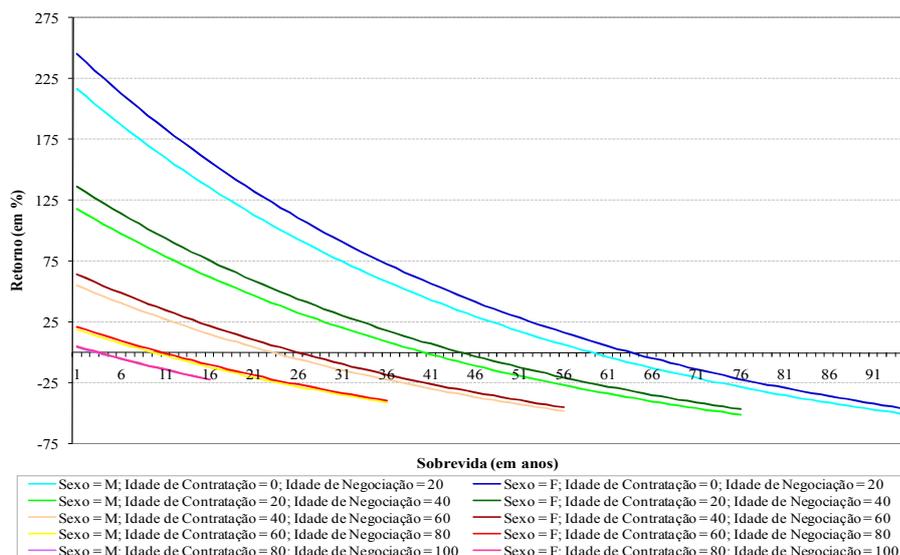
Uma vez executado o cálculo da Taxa de Retorno  $TR_{x,t,n}$  para um indivíduo com determinadas características, são feitas algumas simulações adicionais<sup>7</sup>, incorporando mudanças no gênero do segurado (de Masculino para Feminino), na idade de contratação do seguro de vida ( $x = 0, 20, 40, 60$  e  $80$  anos de idade), tendo pago um PNA durante  $t = 20$  anos<sup>8</sup>, constante, e mudanças na idade de negociação secundária ( $x+t = 20, 40, 60, 80$  e  $100$  anos de idade, respectivamente). Os resultados são apresentados no Gráfico 2, a seguir. Como exemplo, a curva de retornos do portador de um título oriundo de uma segurada mulher que vendeu seu seguro aos 40 anos de idade, cuja contratação deu-se aos 20 anos, é dada pela cor verde escura. Analogamente, a curva de retornos para um segurado homem com as mesmas características é dada pela cor verde clara. As curvas em questão mostram todas as taxas de retorno para cada uma das possíveis idades de morte do segurado, a partir do momento da negociação do seguro.

Observando o Gráfico 2, pode-se extrair o primeiro resultado: há diferenças de retornos entre os gêneros, de forma que os retornos obtidos por uma apólice de uma segurada mulher são sempre mais altos, quando comparados aos retornos de um segurado homem em iguais condições de idades de contratação e negociação. Este fenômeno é explicado pela diferença entre os padrões de mortalidade, uma vez que mulheres têm expectativa de sobrevida maior e isto se reflete em probabilidades de morte mais baixas, fazendo com que os prêmios e, portanto, as reservas e montantes pagos pelo comprador do *death bond*, sejam menores. Apesar de o valor do benefício, quando da reavaliação, também ser menor, a redução relativa no montante do benefício é menos intensa que a redução da quantia a ser paga pela reserva, também devido à maior expectativa de sobrevida de uma mulher.

<sup>7</sup> Optou-se por não simular variações na taxa de juros e nas tábuas de mortalidade devido a dois corolários derivados do Teorema de Lidstone, mostrando que aumentos na taxa de juros (ou na probabilidade de morte) produzem diminuição nas reservas acumuladas (e vice-versa) e, portanto, no montante pago pelo comprador do título. Esses aumentos alteram a magnitude dos retornos, mas não o formato geral da curva. Este teorema pode ser encontrado em Jordan (1991), cap.5.

<sup>8</sup> Todas as simulações foram feitas com a reavaliação das reservas na data de negociação secundária, de tal forma que, independentemente de quantas foram as parcelas do PNA pagas, o retorno futuro do investidor mantém-se constante, dada a idade de negociação.

**Gráfico 2** – Taxa de Retorno da instituição por idade de morte do segurado



A mesma explicação deve ser usada para analisar a mudança de patamar das demais alterações: à medida que são obtidos títulos de pessoas cada vez mais idosas, o retorno por idade vai diminuindo devido ao fato de que o montante a ser desembolsado pelo investidor ficará muito próximo ao valor a ser recebido, uma vez que a tarificação primária onera mais os segurados idosos pela iminência de sua morte.

Para o investidor poder fazer uma avaliação mais precisa da lucratividade deste título é necessário ter uma estimativa da taxa de retorno esperada, ponderando cada taxa de retorno de cada uma das curvas apresentadas no Gráfico 2 pela respectiva probabilidade da ocorrência de morte do segurado, de acordo com a Equação 11. Os resultados, bem como os respectivos desvios-padrão são apresentados na Tabela 2, a seguir.

**Tabela 2** –  $TRE_{x,20,n}$  do *death bond* para os indivíduos simulados de diferentes idades de negociação ( $x + 20$ ).

Idade de Negociação	Gênero	
	M	F
20	0,000009% (32,99%)	0,000032% (30,46%)
40	0,000009% (27,11%)	0,000033% (25,63%)
60	0,000010% (20,21%)	0,000035% (20,01%)
80	0,000018% (11,76%)	0,000051% (12,04%)
100	0,000381% (4,47%)	0,000803% (4,71%)

Desvio-Padrão entre parênteses

Fonte: cálculos dos autores.

A Tabela 2 apresenta as taxas de retorno esperadas pelo investidor do *death bond* para indivíduos de diversas idades, para ambos os gêneros. A primeira conclusão que pode ser extraída é que se trata de um investimento que apresenta sempre taxas positivas, apesar de quase nulas, indicando pouca atratividade neste produto, uma vez que boa parte dos títulos de renda fixa pode apresentar retornos bastante superiores aos encontrados para esta situação. Outra informação relevante é que, para ambos os gêneros, quanto mais idoso for o segurado, mais atrativa é a taxa de retorno para o investidor. Finalmente, quando se analisam as taxas de retorno de uma determinada idade de negociação para títulos oriundos de vidas femininas,

relativamente à de vidas masculinas, pode-se constatar que elas são sempre superiores a 2, apesar de diminuírem à medida que a idade aumenta. Este fato é uma evidência que o investidor deverá ter maior interesse em seguradas mulheres do que em segurados homens.

Analisando a dispersão média associada a cada um dos retornos esperados apresentados, tem-se que a incerteza do retorno diminui conforme o aumento da idade da vida que deu origem ao título, independente do gênero. Quando se faz a comparação entre os gêneros, percebe-se que os títulos vinculados a vidas de mulheres são menos voláteis que aqueles vinculados a vidas masculinas até determinada idade (entre 60 e 80 anos), quando a situação se inverte. Tais resultados contradizem o que Gatzert (2009) e Doherty e Singer (2002) sugerem para títulos de vida de idosos: um *death bond*, tarifado segundo uma tábua padrão de mercado, não é um investimento que possui uma baixa medida de risco, uma vez que, apesar de os investidores certamente receberem o benefício, não se sabe quando isto irá ocorrer. Isto implica que, além de os investidores poderem incorrer em altos custos de oportunidade e terem retornos efetivos fortemente negativos, o retorno esperado pode ser considerado nulo, de tal forma que sua atratividade seja bastante reduzida.

Portanto, diante de uma população cuja mortalidade pode ser modelada com uma tábua conhecida, pode-se inferir que no caso de o investidor de um *death bond* querer maximizar o retorno esperado, ele teria maior atratividade por título vinculado a mulheres e com a maior idade possível. No entanto, caso procure retornos individuais maiores, deverá adquirir títulos de indivíduos do sexo feminino e jovens. Destaca-se, porém, que as taxas esperadas podem ser consideradas nulas a quase qualquer nível de confiança, indicando que não se trata de um produto financeiro de investimento interessante, uma vez que a tarifação secundária reflete quase a mesma incerteza já mensurada pela tarifação primária, diferindo apenas pelas probabilidades de morte até o período decorrido até a negociação do título.

Diante deste cenário, é necessário analisar quais as condições mais propícias para que haja interesse de ambas as partes na transação do *death bond*. Isso será feito na seção 5.3.

### **5.3. Seleção adversa: identificando o segurado mais lucrativo**

Na seção anterior foram identificados os perfis mais interessantes aos investidores, quando a probabilidade de morte é previsível segundo alguma tábua de mortalidade padrão. No entanto, devido à assimetria de informações sobre o real estado de saúde (e, portanto, da probabilidade de morte) do segurado, o investidor que adquire o *death bond* pode estimar de forma incorreta a taxa de retorno esperada. Akerlof (1970) demonstrou de forma pioneira que se todos os seguradores têm informação imperfeita sobre o risco individual, o mercado de seguros poderia não existir e, no caso da existência, poderia não ser eficiente. Este fato justificaria, por exemplo, seguros de pessoas com idade mais avançadas terem os preços aumentados na medida em que suas probabilidades de morte aumentam e, portanto, acabam sendo mais interessantes para o investidor do *death bond*. Desta maneira, os investidores têm interesse em conhecer mais características do indivíduo do que apenas a sua idade.

De acordo com Varian (1992), a *seleção adversa* é uma falha de mercado em que o principal (instituição) possui menos informações que o agente (segurado), que pode causar a não existência de um equilíbrio, com uma mudança unilateral de comportamento. Como o investidor não é capaz de estimar precisamente a real probabilidade de o evento se materializar (neste caso, a morte do indivíduo), o título deverá ser tarifado com um preço médio para todos os títulos. No entanto, segurados com maior propensão a morrer seriam aqueles que investidores estariam mais interessados em adquirir seus títulos, uma vez que poderiam receber maior retorno financeiro devido à morte prematura do segurado.

Considerando que pessoas com algumas doenças severas, como o câncer e a AIDS, por exemplo, têm probabilidade mais alta de vir a falecer, o investidor gostaria de separá-las de indivíduos saudáveis, oferecendo preços distintos de modo a induzi-los a se distinguirem dos demais por conta própria. Este mecanismo de seleção por parte de investidores poderia fazer com que os indivíduos revelassem suas reais condições de saúde. Uma maneira hipotética de selecionar os segurados seria encontrá-los com suas doenças já diagnosticadas.

Não foram encontradas tábuas de mortalidade para doentes, embora seja possível uma construção empírica desde que haja disponibilidade de informações a respeito do tempo decorrido entre o diagnóstico de uma doença específica e o seu falecimento em decorrência desta doença. Face à dificuldade de obter bases de dados com este propósito, recorreu-se à literatura médica a fim de se obter uma estimativa da expectativa de sobrevivência de uma pessoa com uma doença grave. Para tanto, foram utilizadas as informações do projeto *EUROCARE*, que estudou a sobrevivência por câncer em países da Europa. Neste trabalho de Coleman *et al.* (2003) é feita uma análise detalhada de um estudo longitudinal com duração de 5 anos, avaliando 1,8 milhão de adultos e 24.000 crianças diagnosticados com câncer dos mais diversos tipos entre 1990 e 1994 e acompanhados até 1999. A estimativa da probabilidade de morte que será utilizada para ponderar as taxas de retorno foi obtida em Coleman *et al.* (2003) com os dados do projeto *EUROCARE-3* e é apresentada na Tabela 3, a seguir.

**Tabela 3** – Distribuição categorizada de probabilidades de sobrevivência de tipos de câncer em homens e mulheres na Europa, diagnosticados entre 1990-1994 e acompanhados até 1999.

Categories de probabilidade	Ponto médio da categoria	Homens	Mulheres	Total
≥80%	90%	2%	5%	4%
60-79%	70%	31%	45%	38%
40-59%	50%	25%	23%	24%
20-39%	30%	10%	12%	11%
<20%	10%	32%	14%	23%
<b>Total</b>		100%	100%	100%
<b>Probabilidade Média de sobrevivência em 5 anos</b>		<b>42,2%</b>	<b>52,5%</b>	<b>47,8%</b>

Fonte: adaptado de Coleman *et al.* (2003).

A Tabela 3 apresenta os tipos de câncer em homens e mulheres por categorias de probabilidade de sobrevivência em 5 anos, tempo de acompanhamento do estudo. Como exemplo, tem-se que 32% dos tipos de câncer que ocorreram em homens no período considerado tiveram probabilidade de sobrevivência dos indivíduos analisados inferior a 20%. Para esta faixa de probabilidade de sobrevivência, 14% dos tipos de câncer ocorreram em mulheres. Este fato sugere que esta doença é menos fatal em mulheres do que em homens.

Baseado nas informações da Tabela 3, chega-se a um resumo da probabilidade de sobrevivência em 5 anos por gênero, ponderando tais probabilidades pelas frequências observadas nos gêneros. É possível inferir que, em geral, 42,2% dos homens e 52,5% das mulheres com câncer sobrevivem até 5 anos após o diagnóstico da doença. Com base nesta informação, foi efetuada uma interpolação linear para avaliar as probabilidades anuais de morte até o 5º ano da negociação e, efetuando uma extrapolação linear, até o período máximo de sobrevivência após o 5º ano da negociação. Supôs-se que, nestas condições, um homem com câncer viveria no máximo mais 9 anos e uma mulher com câncer, 12 anos, a partir do diagnóstico. Com a premissa de que a pessoa negocia o seguro de vida assim que descobre a doença (supondo que a finalidade da negociação do título é conseguir recursos para o tratamento), repete-se o procedimento da seção 5.2, utilizando as estimativas interpoladas e extrapoladas das probabilidades de morte. Os resultados são apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4** –  $TRE_{x,20,n}$  do *death bond* para os indivíduos simulados de diferentes idades de negociação ( $x + 20$ ), utilizando probabilidades de morte para doentes de câncer.

Idade de Negociação	Gênero	
	M	F
20	185,57% (12,64%)	203,25% (16,35%)
40	96,91% (8,71%)	107,39% (11,18%)
60	39,67% (6,18%)	44,29% (7,78%)
80	7,00% (4,73%)	6,66% (5,75%)
100	-5,65% (4,17%)	-7,77% (4,97%)

Desvio-Padrão entre parênteses

Fonte: cálculos dos autores.

Analisando a Tabela 4, é possível perceber o efeito da seleção adversa, de modo que os retornos mais altos estão associados aos *jovens doentes*, o perfil mais atraente, nesta situação, para os investidores. Trata-se de um resultado esperado, visto que as probabilidades de morte agravadas são justamente as associadas aos maiores retornos possíveis, dado que os retornos são monotonicamente decrescentes. Além disso, novamente as mulheres provêm retornos mais altos do que os homens. Coleman *et al.* (2003) justificam a maior probabilidade de expectativa de sobrevida da mulher devido ao fato de que os tipos de câncer mais comuns em homens (pulmão e estômago) têm altas taxas de morte e os mais comuns em mulheres (seios e útero) têm taxas mais elevadas de recuperação e sobrevivência.

As novas taxas de retornos esperadas apresentadas na Tabela 4 são mais altas e os respectivos desvios-padrão são sensivelmente inferiores em relação aos resultados obtidos na Tabela 2. À medida que se negocia com indivíduos que descobrem a doença mais tarde, tanto os retornos esperados quanto as variâncias associadas diminuem, porque já é esperado que esses indivíduos venham a falecer quando forem mais velhos. Este é o resultado que garante a atratividade desse mercado por parte dos investidores.

O que se destaca de modo surpreendente é a inversão do perfil de interesse entre 60 e 70 anos: embora já seja possível aceitar a hipótese (com 95% de confiança e supondo normalidade) de que o retorno esperado pode ser considerado nulo, o retorno esperado para um homem idoso é mais alto do que para uma mulher idosa e também com menor incerteza associada. Esta situação está relacionada ao fato de as mulheres com câncer possuírem uma expectativa de sobrevida mais alta que a do homem, o que significa que o agravamento é aplicado por mais tempo e em retornos já menores, o que justifica tanto a diminuição da taxa de retorno esperada quanto o aumento da incerteza associada a este índice.

## 6. Considerações Finais

Neste trabalho buscou-se analisar a viabilidade deste mercado do mercado secundário de negociação de seguros de vida, por meio de simulações da tarificação primária e secundária de seguro de vida, além de avaliar as possíveis falhas de mercado. Por meio de uma tábua de uma mortalidade padrão, avaliaram-se taxas de retorno esperadas pelo investidor e, considerando que se trata de um recebimento certo, porém com horizonte temporal incerto, os desvios-padrão associadas às taxas. As primeiras comparações entre os principais fatores para a tarificação, gênero e idade, evidenciam inicialmente que se trata de um investimento de pouca atratividade uma vez que apresenta taxas positivas, mas bastante reduzidas. Outra informação relevante é que, independente do gênero, quanto mais idoso for o segurado, maior é a taxa, bem como há maior interesse em vidas femininas do que masculinas.

Avaliando uma situação em que é razoável avaliar um aumento da probabilidade de morte prematura, foi criado um cenário baseado na literatura médica. Os resultados apontam

para a alta atratividade do produto por parte dos investidores, uma vez que o *death bond* traz taxas de retorno significativamente positivas e bastante altas, se comparadas com os resultado obtido por meio da tábua padrão do mercado utilizada no primeiro cenário. Portanto, há evidências de forte seleção adversa neste mercado.

Deve-se ter cautela ao se fazer inferências quanto à validade destes resultados para diferentes estágios da doença. O câncer é uma doença que quando diagnosticada em estágios tardios, pode apresentar menores probabilidades de cura. Para estudos futuros, pode-se pensar na análise para outros tipos de doença ou na modelagem mais refinada da curva de probabilidade de morte, além de outras possibilidades de seleção adversa.

## 7. Referências

AKERLOF, G. A. (1970). **The Market for 'Lemons': Quality Uncertainty and the Market Mechanism**. Quarterly Journal of Economics (The MIT Press) 84 (3): 488–500.

BELTH, J. M. (2002). **Viatical and Life Settlement Transactions**. Contingencies March/April: 22–25.

BOZANIC, K. J. (2008). **An Investment to Die for: From Life Insurance to Death Bonds, the Evolution and Legality of the Life Settlement Industry**. Penn State Law Review, Vol. 113, No. 1.

BRASIL. Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002. **Novo Código Civil Brasileiro**. Legislação Federal. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/2002/L10406.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/2002/L10406.htm). Acessado em setembro de 2010.

BOWERS, N. L.; GERBER, H. U; HICKMAN, J. C.; JONES, D. A.; NESBITT, C. J. (1997). **ACTUARIAL MATHEMATICS**. The Society of Actuaries, 2. ed. 753 p.

CHAN, B. L.; SILVA, F. L.; MARTINS, G. A. (2006). **Tendência de Aumento da Expectativa de Vida e a Solvência das Entidades Abertas de Previdência Complementar**. In: 6º Congresso USP de Controladoria e Contabilidade, 2006, São Paulo.

COLEMAN, M. P.; GATTA, G.; VERDECCHIA, A.; ESTÈVE, J.; SANT, M.; STORM, H.; ALLEMANI, C.; CICCOLALLO, L.; SANTAQUILANI, M.; BERRINO, F.; and the EUROCARE Working Group (2003). **EUROCARE-3 summary: cancer survival in Europe at the end of the 20th century**. Annals of Oncology 14 (Supplement 5), 128–149.

DOHERTY, N. A.; SINGER, H. J. (2002). **The Benefits of a Secondary Market for Life Insurance Policies**. Working Paper. Wharton Financial Institutions Center.

KOHLI, S. (2006). **Pricing Death: Analyzing the Secondary Market for Life Insurance Policies and its Regulatory Environment**. Buffalo Law Review 54, 101–142.

FABOZZI, F. J. (2000). **Mercados, Análise e Estratégias de Bônus (Títulos de Renda Fixa)**. Trad. da 3. ed. Americana. QualityMark. 793 p.

GATZERT, N. (2009). **The Secondary Market for Life Insurance in the U.K., Germany, and the U.S.: Comparison and Overview**. Risk Management & Insurance Review, 20.

**International actuarial notation**. Journal of the Inst. of Actuaries [JIA] (1949). 75: 121-129.

JORDAN, C. W. (1991). **Society of Actuaries' Textbook on Life Contingencies**. The Society of Actuaries, 2. ed. 349 p.

MENONCIN, F. (2009). **Death bonds with stochastic force of mortality**. Actuarial and Financial Mathematics Conference Proceedings. Brussels: Ghent University. 108 p.

VARIAN, H. R. (1992). **Microeconomic Analysis**. 3. Ed. Norton, New York, NY. 563 p.