

**ANÁLISE ESTATÍSTICA E ATUARIAL DO MERCADO DE SEGURO DPVAT <sup>1\*</sup>***STATISTICAL AND ACTUARIAL ANALYSIS OF THE DPVAT  
INSURANCE MARKET***Filipe Coelho de Lima Duarte <sup>2</sup>**

Mestrando pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis da UFPB

Graduado em Ciências Atuariais pela UFPB

[filipe\\_pb\\_duarte@hotmail.com](mailto:filipe_pb_duarte@hotmail.com)**Luiz Carlos de Santos Júnior**

Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Biometria da UNESP

Professor da Universidade Federal da Paraíba

[luiz.atuario@gmail.com](mailto:luiz.atuario@gmail.com)**RESUMO**

O seguro analisado pelo presente estudo, o DPVAT, foi criado em 1974 para proteger vítimas de Danos Pessoais Causados por Veículos Automotores de Via Terrestre. Objetivou-se nesse trabalho analisar o mercado brasileiro do seguro DPVAT sob a ótica da Modelagem Estatística e Atuarial, com base nos dados mensais de janeiro de 2002 a dezembro de 2014. Para isso, foram utilizados índices de análise de mercado securitário, tais quais coeficientes de penetração e densidade; um modelo de série temporal Holt-Winters para prever as variáveis “Prêmio” e “Sinistro” e para determinar o Prêmio Agregado segundo a formulação do Modelo de Risco Coletivo Anual. Os resultados obtidos demonstram que o crescimento econômico teve relação com o crescimento do Seguro DPVAT, apesar do problema relativo às suas diversas categorias. Em relação à modelagem Holt-Winters, o modelo Multiplicativo se ajustou melhor às variáveis *Prêmio* e *Sinistro*, dado que possuiu menor erro percentual médio das previsões para o ano de 2014. O modelo ajustado para o Sinistro foi melhor que o do Prêmio por causa da inflexão apresentada neste último. Portanto, para a variável Prêmio, acredita-se que modelos de série temporal que captam melhor o efeito da sazonalidade se ajustam melhor aos dados.

**Palavras-Chaves:** Seguro DPVAT; Desempenho e Previsão; Prêmios. Sinistros de Seguros.

**ABSTRACT**

The Insurance analyzed by this study, DPVAT, was created in 1974 to protect victims of Personal Injury Caused by Terrestrial Motor Vehicle. This work aimed to analyze the insurance market of Brazilian DPVAT from the perspective of Statistics and Actuarial modeling, based on the monthly data from January 2002 to December 2014. Therefore, insurance market analysis indexes were used,

<sup>1</sup> Recebido em 06/11/2015. Revisado por pares em 09/12/2015. Recomendado à publicação em 15/12/2015 por Orleans Silva Martins (Editor Geral). Publicado em 10/12/2015. Organização responsável: UFPB.

\* Artigo apresentado no I Seminário de Ciências Contábeis e Atuariais da UFPB, João Pessoa/PB, entre os dias 05 e 06 de novembro de 2015.

<sup>2</sup> Endereço: Universidade Federal da Paraíba, Cidade Universitária, Campus I, CEP: 58.059-900, João Pessoa-PB.

DOI: <http://dx.doi.org/10.18405/recfin20150304>

such that penetration and density coefficients; a time series model Holt-Winters to predict the variables "Premium" and "Claim"; and determine Aggregate Premium in the formulation of the Model of Collective Annual Risk. The results show that economic growth was related to the growth of insurance DPVAT despite the problem concerning their various categories. Regarding the Holt-Winters modeling, Multiplicative model adjusted better to the Premium and Insurance Claim as it possessed lower average percentage error of the forecasts for the year 2014; the adjusted model for Insurance Claims was better than the Premium because of series inflection presented in the latter. Therefore, for the variable Premium, it is believed that the temporal series of models that best capture the seasonality best fit the data.

**Keywords:** DPVAT Insurance; Performance and Forecast; Premium; Insurance Claim.

## 1. INTRODUÇÃO

O Seguro de Danos Pessoais Causados por Veículos Automotores de Via Terrestre (DPVAT) possui um antecessor: o Seguro de Responsabilidade Civil dos proprietários de Veículos Automotores de Via Terrestre (RECOVAT), que foi previsto no Art. 20 do Decreto-Lei nº 73/1966, regulamentado pelo Decreto nº 61.867/1967 e, após, pelo Decreto-Lei nº 814/1969. O RECOVAT gerou desconforto entre seus intérpretes e aplicadores pelo fato da sua denominação ser de um seguro de Responsabilidade Civil. No entanto, como o entendimento era o de que esse tipo de seguro necessariamente se filiava à teoria da culpa, o RECOVAT acabou sendo extinto. Havia dificuldades concomitantes no processo de apuração de culpa e, ademais, pelo fato deste seguro oferecer cobertura a danos materiais (que abrangia o complexo procedimento de levantamento de prejuízos), não havia mesmo motivos de viabilidade para continuar com a sua existência (PEREIRA FILHO, 2013).

Neste panorama, em 1974 foi editada a Lei nº 6.194, que atribuiu novo texto ao Art. 20 do Decreto-Lei nº 73/1966 com a finalidade de criar o DPVAT em lugar do RECOVAT. Essa nova legislação gerou um momento importante para o seguro obrigatório de veículos, pois devido a ela se iniciou um processo contínuo de progresso pelas alterações decorrentes inseridas na Lei nº 6.194/1974, assim como por resoluções do Conselho Nacional de Seguros Privados (CNSP), que demonstraram determinadas perspectivas da Lei. Ficou claro que a mudança do nome do seguro obrigatório de veículos RECOVAT para DPVAT não causou modificação de pertencimento ao ramo de Responsabilidade Civil. Hoje a natureza do DPVAT é reconhecida pelo Poder Judiciário – é um seguro de responsabilidade civil – o que muda é o fundamento admitido, pelo qual o DPVAT se vincula à teoria do risco e não à teoria da culpa (PEREIRA FILHO, 2013).

De acordo com Arena (2008), há fortes indícios de relação entre crescimento do mercado securitário e o crescimento da economia de um país. As seguradoras movimentam muitos recursos do mercado financeiro em vários setores, como investimentos em títulos públicos, letras do tesouro e ações de empresas de capital aberto. Os trabalhos de Arena (2008) e de Contador e Ferraz (2002) encontraram resultados que afirmaram haver crescimento do mercado de seguros (como um todo) e crescimento do PIB juntamente em períodos de estabilização da inflação. Essa sentença será verificada para o caso particular do seguro DPVAT.

Além disso, foi percebido um crescimento das receitas das seguradoras, também conhecidas como Prêmios, ao longo dos anos. Em 2002, o valor total dos prêmios arrecadados oriundos do DPVAT pelas seguradoras no Brasil foi de R\$ 1.365.234.221,00. Em 2013, esse valor chegou a R\$ 4.227.176.315,00. Isso significa que a taxa anual de crescimento do valor dos prêmios do DPVAT no período foi de 10,82%. Diante desse panorama, esse artigo tem a seguinte questão de pesquisa: sob a ótica estatístico-atuarial, qual é o panorama do mercado de seguro DPVAT no Brasil?

Para tanto, o presente artigo propõe-se a: analisar o mercado do seguro DPVAT Brasileiro sob a ótica estatístico-atuarial, com base nos dados mensais de janeiro de 2002 a dezembro de 2014; avaliar o desempenho do mercado, através dos coeficientes de Penetração e Densidade do seguro

DPVAT no Brasil; elaborar previsões acerca do mercado do seguro DPVAT, utilizando-se do Modelo de Séries Temporais Holt-Winters; e precificar o Seguro DPVAT sob a perspectiva do Modelo de Risco Coletivo Anual.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Seguro DPVAT

O DPVAT cobre e garante o pagamento de indenizações que resultem em: morte, invalidez permanente e despesas de assistência médica e suplementares. Porém, não estão incluídos na cobertura: danos materiais; acidentes ocorridos fora do território nacional; multas e fianças impostas ao condutor ou proprietário do veículo; quaisquer despesas referentes a processos criminais; danos pessoais resultantes de radiações ou contaminações de radioatividade de qualquer tipo de combustível nuclear, ou de qualquer resíduo de combustão de matéria nuclear (SUSEP, 2014).

Os valores das indenizações foram estabelecidos na Lei nº 11.482, de 31 de maio de 2007, sendo o seu teto R\$ 13.500,00 (treze mil e quinhentos reais). Em caso de morte, a indenização é integral; para invalidez permanente, o valor pode ser integral ou proporcional, conforme percentual de incapacidade referente aos parâmetros estabelecidos na Lei n.º 6.194/1974, com as alterações dadas pelas Leis nº 11.482/2007 e nº 11.945/2009, e pela tabela de Danos Corporais Totais, constante do anexo daquela Lei, tendo como ressarcimento máximo a importância segurada vigente na época da ocorrência do sinistro; de até R\$ 2.700,00 se for a título de reembolso de despesas de assistência médica e suplementares (SUSEP, 2014).

De acordo com a Resolução CNSP nº 273/2012, em seu Art. 3º, as categorias de veículos que fazem parte da cobertura do seguro DPVAT são: a) Categoria 1 – automóveis particulares; b) Categoria 2 – táxis e carros de aluguel; c) Categoria 3 – ônibus, micro-ônibus, e lotação com cobrança de frete (urbanos, interurbanos, rurais e interestaduais); d) Categoria 4 – micro-ônibus com cobrança de frete, mas com lotação não superior a 10 passageiros e ônibus, micro-ônibus e lotações sem cobrança de frete (urbanos, interurbanos, rurais e interestaduais); e) Categoria 9 - Motocicletas, motonetas, ciclomotores e similares; f) Categoria 10 – máquinas de terraplanagem e equipamentos móveis em geral, quando licenciados, camionetas tipo “pick-up” de até 1.500 kg de carga, caminhões e outros veículos.

Cada segmento descrito possui um prêmio próprio a ser arrecadado, de acordo com as resoluções do CNSP que são oriundas das revisões dos cálculos atuariais feitos pela SUSEP. Essa ação tem o intuito de equilibrar econômica e financeiramente o seguro DPVAT. Xavier (2013) explica esse fato e ressalta que os cálculos dos valores dos prêmios são feitos para cada categoria tarifária, com base nos dados históricos dos sinistros incorridos na carteira. De acordo com Pereira Filho (2013) ainda existe certa dificuldade em pautar valores de prêmios (DPVAT) que evitem altas taxas de inadimplência. Nas outras operações de Seguros, a inadimplência, na maioria dos casos, quebra o vínculo de obrigatoriedade da Seguradora em arcar com indenizações. No entanto, é de natureza jurídica do Seguro DPVAT o pagamento da indenização mesmo que o condutor do veículo se apresente inadimplente, ou seja, a importância social deste seguro é preponderante à visão econômica da operação.

### 2.2. Evidências Empíricas

Apresenta-se, de modo sucinto, o Quadro 1 com resultados de trabalhos que realizaram previsões de variáveis econômicas e analisaram o desempenho do mercado de seguro.

Quadro 1 – Sucinta Revisão de Literatura

Autores	Variável	Método	Resultados
Oliveira, Batptista e Carvalhal (2012)	Sinistralidade, Taxa de desemprego e PIB	Modelos explicativos da evolução tendencial dos índices de sinistralidade no setor de construção	Através da regressão linear se obtiveram cinco modelos, sendo dois deles com capacidade preditiva. O resultado mostrou que os índices diminuem com o aumento da taxa de desemprego.
Afonso, Moreira Filho e Novaes (2011)	Demanda de Medicamentos	Holt-Winters, Box & Jenkins e Regressão Linear Simples; MAPE e MAD	Os resultados obtidos demonstraram que o modelo de Regressão Linear Simples obteve os menores valores nos critérios MAPE e MAD, podendo deduzir então que ele foi o que melhor se ajustou a variável.
Jula e Constantinescu (2010)	Prêmios Brutos Seguro não-vida da Romênia	Holt-Winters	As séries tinham uma tendência crescente e sazonalidade entre março de 2006 e junho de 2010. Então, aceitou-se a hipótese de que a inflexão da série é uma ocorrência normal em crise econômica e não a mudança dos agentes econômicos, levando a uma ruptura na tendência.
Oliveira (2010)	Preços de frutas comercializadas no Vale do São Francisco.	Holt-Winters e ARIMA	Modelos com capacidade de previsão na faixa dos 70% a 88%, sendo o Holt-Winters o melhor ajuste para o maracujá e a uva, e o ARIMA o melhor para o preço da uva e da goiaba. As séries tinham uma tendência crescente e sazonalidade entre março de 2006 e junho de 2010.
Kirsten (2008)	Preços das ações do mercado de capitais.	Holt-Winters e Rede Neurais	O melhor modelo ajustado foi o Holt-Winters para a série de Dow Jones, já que era a variável que possuía uma tendência forte com pouca sazonalidade.
Arena (2008)	Mercado de Seguros.	Método generalizado de momentos (modelos dinâmicos com dados em painel).	Fortes evidências para a relação de causalidade entre mercados de seguros e crescimento econômico, tanto para seguros “vida” e seguros “não-vida”. O melhor modelo ajustado foi o Holt-Winters e obteve-se, assim, o desempenho na série de Dow Jones, já que era a variável que possuía uma tendência forte com pouca sazonalidade.
Contador e Ferraz (2002)	Mercado de Seguros Brasileiro	Índice de Penetração e Densidade	O volume de prêmios dos Seguros aumentou aproximadamente 4,2% entre 1998 e 2000, contra um crescimento do PIB real de 5,3%. Pequena queda do coeficiente de penetração real de 2,12 para 2,1. Já coeficiente de penetração nominal demonstrou uma estagnação em 2,1% do PIB.

Fonte: Os Autores.

### 3. METODOLOGIA

Foram utilizados dados mensais (Prêmios diretos do Seguro DPVAT, Sinistros retidos do Seguro DPVAT, PIB e da população do Brasil) compreendidos entre janeiro de 2002 (início de divulgação dos dados) e dezembro de 2014.

Empregou-se métodos de análise quantitativa, a partir da coleta de dados necessários para compor modelos estatísticos e coeficientes de avaliação econômica do setor de seguros. Foram utilizadas análises de (a) desempenho através dos coeficientes de Penetração e Densidade; (b) temporal, por meio da utilização do modelo Holt-Winters; (c) atuarial, usando-se o Modelo de Risco Coletivo. Alguns gráficos e estatísticas foram omitidos, devido a limitação espacial, porém podem ser solicitados aos autores por *email*.

### 3.1. Índices de Desempenho do Mercado Segurador

Os indicadores de penetração e densidade são dois dos principais indicadores para ordenar por importância relativa e também para avaliar o mercado segurador numa amostra de países e regiões. Esses coeficientes nos explicam a importância instantânea do seguro e da etapa de desenvolvimento do mercado de seguros, no nível de países e regiões (CONTADOR; FERRAZ, 2002).

O Coeficiente de Penetração é arranjado pela divisão dos faturamentos dos Prêmios de seguros pelo Produto Interno Bruto (PIB), ou seja, ele explica o quanto do PIB é composto pelo mercado de Seguros. Neste trabalho é expresso o prêmio do Seguro DPVAT e o PIB do Brasil, em termos reais, para tornar os resultados comparáveis. Para deflacionar o PIB usou-se o Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC), uma aproximação do deflator. Estabelecendo o ano de 2002 como ano-base para referência do efeito da inflação, foi calculado o INPC de forma acumulada.

O Coeficiente de Densidade é uma razão entre os prêmios e a população, em termos reais. Neste trabalho, evidencia-se o consumo de seguro DPVAT por pessoa no Brasil. Essa comparação pode ser analisada com os achados de Contador e Ferraz (2002).

O cálculo feito para projetar a população entre os anos de 2002 e 2012 foi feito através de progressão geométrica, com exceção de 2007 e 2010 que foram coletados em dados do IBGE, sendo o primeiro derivado da contagem populacional e o segundo do Censo Populacional de 2010. De acordo com Givisiez (2004), de início é necessário calcular a taxa de crescimento. Então é feita uma interpolação entre os anos oriundos da contagem populacional e do Censo de 2000, 2007 e 2010 para descobrir a taxa média anual de crescimento geométrico.

### 3.2. Modelos de Previsão Holt-Winters

Um conjunto de processos observacionais com quantificação numérica que gera uma sequência de dados no tempo é chamado de Série Temporal (SOUZA, 1989 apud BECKER, 2010). Os métodos de Previsões se baseiam em analisar as informações passadas e determinar padrões da série temporal para explicar as ocorrências futuras da determinada variável estudada.

Uma série temporal ordenada possui métodos de decomposição próprios, dado um conjunto padrão básico da série. Assim, os termos que compõe uma série são: tendência, ciclo, sazonalidade e o erro aleatório. O modelo de suavização exponencial, mais precisamente o Holt-Winters, propõe realizar previsões com base no cálculo de médias móveis exponencialmente ponderadas, assim, dados mais atuais recebem um peso maior, ou seja, são mais importantes para a previsão da variável (COSTA; SAMOHYL; SILVA, 2002).

O modelo é dividido em dois grupos: aditivos e multiplicativos. O primeiro tem a característica de possuir médias e variâncias constantes ao longo do tempo, então a diferenças dos maiores valores para os menores valores são comparativamente as mesmas no decorrer do tempo; já no modelo multiplicativo a extensão da variação temporal cresce quando o tempo passa, ou seja, a suas médias e variâncias se modificam, aumentando ambos seus valores (COSTA; SAMOHYL; SILVA, 2002).

Costa e Santos (2008) demonstram que o procedimento aplicado a séries com variações sazonais multiplicativas é expresso da seguinte maneira:

$$L_t = \alpha \frac{y_t}{S_{t-s}} + (1-\alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (1)$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (2)$$

$$S_t = \gamma \frac{y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (3)$$

$$F_{t+h} = (L_t + hT_t)S_{t-s+h} \quad (4)$$

A equação (1) representa o nível da série ( $L_t$ ); a equação (2), a tendência ( $T_t$ ); a equação (3), a sazonalidade ( $S_t$ ); e a (4), a previsão,  $h$  períodos à frente. Neste caso, a equação (4) é utilizada para prever as variáveis “prêmio” e “sinistros retidos”.

De forma análoga, pode-se deduzir o modelo Holt-Winters Aditivo, visto que as modificações ocorrem nas equações (5), (7) e (8). Percebe-se que o aditivo relaciona diferenças entre os valores observados e as estimativas sazonais, enquanto o multiplicativo faz uma divisão entre essas variáveis. Na equação (8) as estimativas sazonais são somadas às equações (5) e (6), ao contrário do Multiplicativo, que faz o produto (conforme a equação (4)). O modelo com variações sazonais aditivas apresenta a seguinte forma:

$$L_t = \alpha (y_t - S_{t-s}) + (1-\alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (5)$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (6)$$

$$S_t = \gamma(y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (7)$$

$$F_{t+h} = L_t + hT_t + S_{t-s+h} \quad (8)$$

Sendo  $\alpha$  é o coeficiente de alisamento;  $\beta$  é o coeficiente de alisamento da estimativa da tendência;  $\gamma$  é o coeficiente de alisamento da estimativa da sazonalidade;  $y_t$  é o valor observado no período  $t$ ;  $L_t$  é o nível da série;  $T_t$  é a estimativa da tendência;  $S_t$  é a estimativa sazonal;  $F_{t+h}$  é a previsão para o período  $h$  adiante;  $s$  é o comprimento da sazonalidade. Para  $0 < \alpha < 1$ ,  $0 < \beta < 1$ ,  $0 < \gamma < 1$ .

Percebe-se que o modelo é determinístico dado que não possui o componente aleatório na equação – que apresenta apenas nível, tendência e sazonalidade. Este modelo será utilizado por ser considerado mais indicado para o tipo de variáveis que serão estudadas: Prêmios e Sinistros. Primeiro será exposto os modelos Holt-Winters Aditivo e Multiplicativo para os *Prêmios* do Seguro DPVAT e, logo em seguida, para os sinistros.

### 3.3. Modelo de Risco Coletivo

O modelo de Risco Coletivo busca precificar um seguro por meio de valores esperados e desvio-padrão de sinistros agregados ( $S^{col}$ ), com um carregamento estatístico que promova uma segurança estatística sobre flutuações aleatórias. É necessário, no entanto, conhecer a distribuição de  $S^{col}$ . Ferreira (2002) demonstra que existem várias maneiras para obter a distribuição dessa variável aleatória: pelo método da convolução; pela função geratriz de momentos; e por fim, através da aproximação normal.

Neste trabalho, é utilizada a aproximação normal para o cálculo do Prêmio -  $S^{col} \sim \text{Normal}(E(S^{col}); V(S^{col}))$  -, com nível de significância de 5%, visto que os dados dos sinistros estão disponibilizados de forma agregada (sem segregação por categorias), o tamanho do número de observações é grande e não se tem informação sobre a frequência de sinistros ( $N$ ).

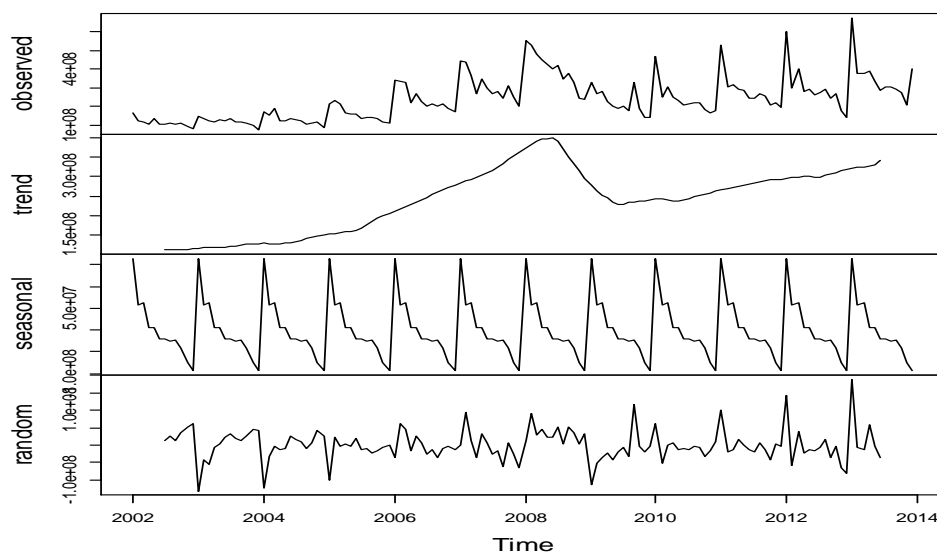
## 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 4.1. Análise Exploratória dos Dados

A série dos Prêmios do Seguro DPVAT (Figura 1) foram decompostas nos componentes: tendência, sazonalidade e o componente aleatório, respectivamente. A tendência apresenta um comportamento inicial crescente e, aproximadamente no meio da série em 2008, há mudança no padrão, decrescendo para em seguida retornar a uma tendência crescente; é possível perceber sazonalidade, pois existe um comportamento que se preserva ao longo do tempo, de altas e baixas como um ciclo

repetitivo; por fim, o componente aleatório é um fator oriundo de situações indiscrimináveis e são possíveis geradores de um comportamento irregular.

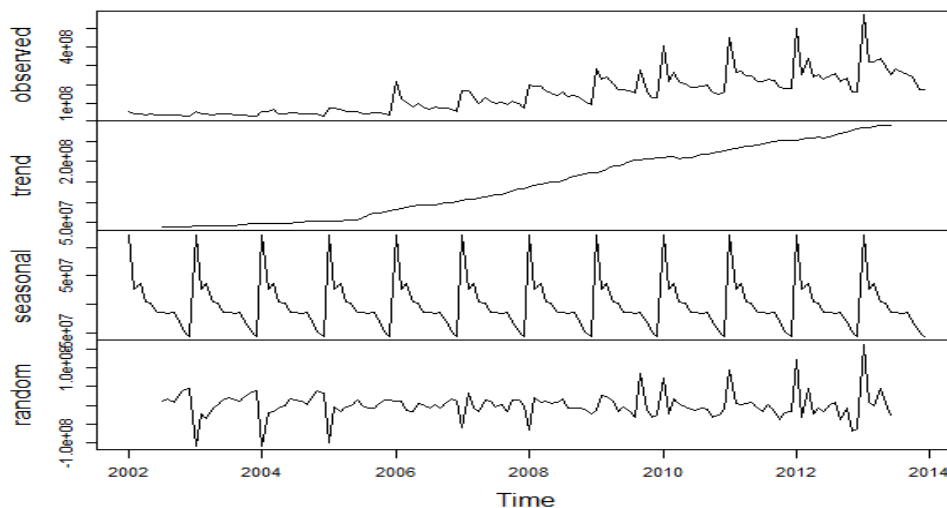
**Figura 1: Decomposição da série Prêmio do seguro DPVAT entre 2002 e 2013.**



Fonte: Os Autores.

A presente redução da arrecadação do Seguro DPVAT entre 2008 e 2012 possivelmente pode ter sido consequência do aumento da inadimplência, fato comentado por Xavier (2013), em que é explicitada a alta inadimplência dos prêmios na categoria de motocicletas, chegando a 37,7% em 2012. A categoria de motocicletas possui um alto número de frota e a representação dessa categoria em circulação nacional cresceu 221% entre 2003 e 2012. O não pagamento dos prêmios pelos detentores desses veículos podem causar problemas aos gestores desse seguro, pois o número de indenizações pagas por este seguro decorrente de acidentes envolvendo motocicletas aumentou, no período de 2003 a 2012, 668%, enquanto as demais frotas tiveram um crescimento de 153%.

**Figura 2: Decomposição da série Sinistros do Seguro DPVAT entre 2002 e 2013.**



Fonte: Os Autores.

A decomposição da série histórica do Sinistro (Figura 2), apresenta, nesta ordem, a série observada, a tendência, sazonalidade e o componente aleatório. Foi percebida uma forte tendência crescente linear, indicando um possível bom ajuste ao modelo do Holt-Winters. Além disso, possui

sazonalidade semelhante a do Prêmio. O componente aleatório no fim da série apresenta uma maior variabilidade.

A série histórica do Sinistro apresentou uma forte tendência crescente ao longo do tempo, fato que possivelmente pode ser explicado pelo aumento do número de automóveis. A partir de 2010 percebe-se a existência de um comportamento mais padronizado no crescimento da série. Os valores dos Sinistros seguem às indenizações pagas aos acidentados (fixadas por lei). Nos Sinistros também não existe uma segregação dos dados por tipo de indenização paga. Isso dificulta uma análise mais coerente e consistente.

#### 4.2. Indicadores de Desempenho do Mercado Segurador

Através dos dados dos Prêmios do Seguro DPVAT anuais, PIB brasileiro e da População Brasileira entre os anos de 2002 e 2013 foram realizados os cálculos dos coeficientes de Penetração e de Densidade (Tabela 1) – 2014 foi excluído pela falta de dados do PIB. Durante o período de estudo (2002 a 2013), o Prêmio nominal e PIB nominal cresceram anualmente 10,80% e 11,40%, respectivamente. Descontando-se o efeito da inflação nesses crescimentos, ou seja, recalculando-os a valores constantes, encontrou-se que o Prêmio real cresceu 5,72% e o PIB real 6,39%. Portanto, a diferença entre o crescimento do PIB nominal e o Prêmio nominal foi de 0,68% e a mesma diferença em termos reais 0,60%.

Tabela 1: Coeficientes de Penetração e Densidade entre 2002 e 2013

Ano	Coeficiente Penetração nominal (em %)	Coeficiente Penetração real (em %)	Coeficiente Densidade nominal (em R\$)	Coeficiente Densidade Real (em R\$)
2002	0,092	0,094	7,8580324	7,5895783
2003	0,085	0,086	8,2021726	6,8431654
2004	0,081	0,081	8,8275282	6,9852687
2005	0,091	0,091	10,841617	8,209083
2006	0,123	0,123	16,033429	11,817713
2007	0,140	0,141	20,227412	14,515633
2008	0,156	0,157	25,347854	17,427943
2009	0,082	0,083	14,173404	9,3998636
2010	0,076	0,077	15,057165	9,6884096
2011	0,081	0,082	17,390751	10,744699
2012	0,081	0,081	18,10886	10,838683
2013	0,087	0,087	21,328783	12,292383

Fonte: Os Autores.

Como mostra a Tabela 1, os coeficientes de Penetração e Densidade reais cresceram e alcançaram o seu valor máximo em 2008, de 0,157% e 17,427943 respectivamente. Após o ano de 2008, os coeficientes de Penetração e Densidade reais não apresentaram uma tendência de crescimento, isso decorreu pelo fato das arrecadações dos prêmios do Seguro DPVAT terem auferido uma redução no valor em 2008, em contraste ao ocorrido com o PIB e a população que continuaram a crescer.

#### 4.3. Modelo de Previsão Holt-Winters

Através do Modelo Holt-Winters Aditivo, para os Prêmios foram obtidas as seguintes estimativas dos parâmetros “ $\alpha$ ”, “ $\beta$ ” e “ $\gamma$ ” (coeficientes de nível, tendência e sazonalidade, respectivamente). O valor do coeficiente de nível foi de 0,5057392, um valor médio já que o intervalo atribuído a esse coeficiente é de 0-1. De acordo com Muller (1996), o desejável seria um valor baixo, próximo de zero, para que o modelo pudesse fornecer previsões mais estáveis, visto que quanto mais baixo o seu valor, mais importância ele dá aos valores mais passados, corrigindo e não dando importância



as flutuações no presente. O coeficiente de tendência recebeu zero (0) de valor, sendo assim, compatível com a análise da decomposição, não possui uma tendência. Por fim, o componente sazonal foi de 0,8162313, um valor alto e que representa sazonalidade como explícita nos gráficos dos filtros e da decomposição da série.

Em conformidade com o que foi analisado no modelo de Holt-Winters Aditivo, o Multiplicativo encontrou parâmetros diferentes em nível e sazonalidade – com maior distinção no segundo – em que no aditivo foi de 0,8162313 e no multiplicativo de 0,5249537 (ou seja, o modelo aditivo captou mais sazonalidade). Além disso, o nível do multiplicativo foi menor, proporcionando mais estabilidade às previsões. A tendência permaneceu zero. É possível analisar que o modelo aditivo captou uma variância maior visto que as projeções dos valores mais altos e baixos possuem uma maior distância em relação ao modelo multiplicativo. Então se pode concluir que há maiores chances do multiplicativo se distanciar menos dos valores reais.

A Tabela 2 demonstra as previsões do Prêmio pelos modelos Holt-Winters Aditivo e pelo Multiplicativo, além das arrecadações efetivamente ocorridas do Prêmio. O modelo aditivo fez previsões com valores abaixo do multiplicativo nos meses de janeiro a novembro; os prêmios efetivamente pagos em 2014 apresentaram valores bem acima do aditivo e do multiplicativo; a arrecadação média para o ano de 2014 obteve uma média bem acima dos demais modelos, sendo de R\$ 705.242.925,00, contra R\$ 423.415.685,80 para o aditivo e R\$ 479.864.791,40 para o multiplicativo. Realizou-se um cálculo de erro médio percentual e os resultados foram de 36,30% para o aditivo e de 29,63% para o multiplicativo.

O modelo Holt-Winters aditivo e multiplicativo obtiveram as seguintes estimativas dos parâmetros “ $\alpha$ ”, “ $\beta$ ” e “ $\gamma$ ”: o coeficiente de nível do aditivo resultou num valor de 0,01701671, um valor baixo que resulta em estabilidade e garante a não incorporação de flutuações mais recentes; o valor da tendência foi de 0,406048 para o aditivo, um valor mais alto do que o obtido pelo modelo multiplicativo que foi de 0,176196 (o aditivo possui um valor de “ $\alpha$ ” inferior ao multiplicativo, 0,04675835, e deu mais importância a dados mais antigos); a sazonalidade foi bem maior no aditivo, 0,7785438 enquanto que no multiplicativo foi de 0,3658071.

Em seguida foi realizado o mesmo procedimento de previsão com modelo Holt-Winters aditivo e multiplicativo para a série histórica dos Sinistros. O modelo Multiplicativo apresentou um resultado semelhante de ajustamento ao Aditivo, mas nas previsões os valores máximos e mínimos expressaram um menor distanciamento entre si, podendo concluir neste caso houve uma menor variabilidade em relação ao primeiro.

**Tabela 2: Previsões dos Prêmios do Seguro DPVAT pelos Modelos Holt-Winters Aditivo e Multiplicativo e Arrecadação dos Prêmios em 2014.**

Meses	Previsão do Prêmio Aditivo (em R\$)	Previsão do Prêmio Multi- plicativo (em R\$)	Prêmios do Seguro DPVAT 2014 (em R\$)
Jan	731.614.488,00	935.948.717,00	1.406.106.737,00
Fev	425.635.360,00	521.057.288,00	865.503.096,00
Mar	465.599.837,00	578.354.579,00	810.528.014,00
Abr	437.244.214,00	496.052.088,00	828.425.238,00
Mai	404.693.569,00	459.222.771,00	777.376.398,00
Jun	372.131.630,00	410.741.792,00	586.525.568,00
Jul	389.900.037,00	429.827.367,00	693.788.889,00
Ago	394.031.403,00	434.402.813,00	607.840.587,00
Set	381.334.979,00	423.892.697,00	618.255.530,00
Out	371.366.890,00	394.004.275,00	513.373.165,00
Nov	314.583.426,00	316.281.339,00	371.179.951,00
Dez	392.852.396,00	358.591.771,00	384.011.933,00
Total	5.080.988.229,00	5.758.377.497,00	8.462.915.106,00
Média	423.415.685,80	479.864.791,40	705.242.926,00

Assim como no Prêmio, o modelo aditivo obteve uma maior variância para as previsões, razão pela qual as distâncias entre as previsões estimadas acima e abaixo, possuem um maior espaçamento. Para analisar o poder de previsão dos modelos foi feita uma comparação entre as previsões para ambos os modelos e os valores efetivamente ocorridos do Sinistro, ou seja, das indenizações pagas pelo seguro DPVAT.

**Tabela 3: Previsões dos Sinistros do Seguro DPVAT pelos Modelos Holt-Winters Aditivo e Multiplicativo em 2014.**

Meses	Previsão do Sinistro aditivo (em R\$)	Previsão do Sinistro multiplicativo (em R\$)	Sinistros do DPVAT 2014 (em R\$)
Jan	582.258.704,00	578.358.355,00	616.661.681,00
Fev	336.928.788,00	340.312.048,00	375.725.456,00
Mar	355.513.510,00	371.143.172,00	370.811.627,00
Abr	349.574.882,00	326.222.622,00	360.197.247,00
Mai	318.089.419,00	310.708.352,00	314.975.076,00
Jun	276.494.196,00	273.185.614,00	260.743.850,00
Jul	305.992.175,00	288.502.020,00	294.635.250,00
Ago	292.269.213,00	283.419.589,00	266.581.906,00
Set	276.340.455,00	276.574.122,00	269.689.409,00
Out	268.834.207,00	254.745.990,00	223.519.263,00
Nov	203.432.893,00	200.158.050,00	157.830.529,00
Dez	202.601.531,00	196.672.636,00	166.092.519,00
Total	3.768.329.973,00	3.700.002.570,00	3.677.463.813,00
Média	314.027.497,80	308.333.547,50	306.455.317,80

Fonte: Os Autores.

A Tabela 3 apresenta as previsões do Sinistro (realizadas através dos modelos Holt-Winters Aditivo e Multiplicativo) para 2014, bem como os verdadeiros valores ocorridos. Ambos os modelos previram números próximos da realidade com um total anual de R\$ 3.768.329.973,00 para o aditivo e R\$ 3.700.002.570,00 para o multiplicativo, já o real foi de R\$ 3.677.463.813,00. A média do multiplicativo, R\$ 308.333.547,50 se aproximou mais dos valores reais dos Sinistros, R\$ 306.455.317,80, enquanto que o aditivo obteve uma superestimação de R\$ 314.027.497,80.

Foi feito cálculo dos erros médios percentuais e o resultado foi de 9,76% para o aditivo e de 8,45% para o multiplicativo. Ou seja, em semelhança ao ocorrente no Prêmio, o Modelo Multiplicativo obteve um ajustamento menos assimétrico e, portanto, mais confiável.

#### 4.4. Modelo de Risco Coletivo

Os cálculos do Modelo de Risco Coletivo foram feitos com dados da variável Sinistro dos anos de 2002 a 2013. A variabilidade do sinistro agregado ao longo dos doze anos resultou num alto desvio-padrão.

**Quadro 2: Cálculo do Prêmio do Seguro DPVAT pelo Modelo de Risco Coletivo.**

$E[S^{col}]$	R\$ 1.746.176.633,08
$\sigma[S^{col}] = V(S^{col})$	R\$ 1.054.154.209,57
$Z_{0,95}$	1,645
$\theta$	0,9930
Prêmio	R\$ 3.480.260.307,82

Fonte: Os Autores.

Foi calculado o carregamento de segurança obtendo um valor de 0,9930, que expressivamente é alto, porém necessário para garantir segurança estatística frente às flutuações ocorridas no

Sinistro. Encontrou-se o Prêmio  $P = R\$ 3.480.260.307,82$ . Este valor do prêmio não garantiria a solvência da operação, numa situação onde o prêmio seria rateado a todos (sem separação por categorias), visto que os sinistros ocorridos durante o ano de 2014 foram de R\$ 3.677.463.813,00, portanto, superior ao prêmio calculado pelo Modelo Coletivo de Risco para o ano de 2014.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Seguro DPVAT, analisado neste trabalho entre os anos de 2002 e 2014, mostrou-se importante social e economicamente, além de correlacionado com o crescimento econômico brasileiro (e principalmente do mercado automotivo). Foram calculados os coeficientes de análise de mercado securitário (Penetração e Densidade) para o Seguro DPVAT entre os anos 2002 e 2013. Observado o comportamento dos coeficientes ao longo do tempo (em valores reais) foi possível analisar os seus crescimentos e ápices em 2008.

Quanto à modelagem Holt-Winters, aplicando-se as variações aditivas e multiplicativas, observou-se uma melhor adequação deste em detrimento daquele. Isso se deu pelo fato de as características das séries históricas do Prêmio e Sinistro possuírem variações nas médias e variâncias ao longo do tempo. A modelagem do Prêmio resultou em erros superiores à da variável Sinistro, sendo uma possível justificativa para essa causa a inflexão ocorrida na série histórica do Prêmio. O último modelo analisado foi o de Risco Coletivo que resultou em um Prêmio abaixo do previsto pelo modelo Holt-Winters aditivo e multiplicativo quanto as arrecadações dos prêmios do DPVAT em 2014.

Não foi possível alcançar todos os objetivos do trabalho pela limitação dos dados das variáveis Prêmio e Sinistro do Seguro estudado, que não estavam disponibilizados por categoria de veículos automotores. Portanto, é sugerido que, na possibilidade de segregação dos valores das variáveis por categorias, haja continuidade dos estudos referentes a este ramo de seguro. Além disso, sugere-se a realização de análises temporal e de regressão que utilizem outros modelos, para a constatação de um melhor ajuste e, conseqüentemente, um melhor entendimento do comportamento das variáveis analisadas.

## REFERÊNCIAS

AFONSO, Marina Weil; MOREIRA FILHO, Roberto Malheiros; NOVAES, Mario Lucio de Oliveira. Aplicação de modelos de previsão de demanda em uma farmácia hospitalar. *Relatórios de Pesquisa em Engenharia de Produção*, Rio de Janeiro, v. 11, n. 4, 2011.

ARENA, Marco. Does Insurance Market Activity Promote Economic Growth? A cross-country study for industrialized and developing countries. *Journal of Risk and Insurance*, v. 75, p. 921-946, 2008.

BRASIL. Lei nº 6194, de 19 de dezembro de 1974. *Dispõe Sobre Seguro Obrigatório de Danos Pessoais Causados Por Veículos Automotores de Via Terrestre, Ou Por Sua Carga, A Pessoas Transportadas Ou Não*. Brasília, DF. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/l6194.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/l6194.htm). Acesso em: 13 ago. 2014.

BRASIL. Lei nº 11.482, de 31 de maio de 2007. *Efetua Alterações na Tabela do Imposto de Renda da Pessoa Física; Dispõe Sobre a redução a 0 (zero) da alíquota da CPMF nas hipóteses que menciona*. Brasília, DF. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/11482.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11482.htm). Acesso em: 13 ago. 2014.

- BRASIL. Lei nº 11.945, de 4 de junho de 2009. *Altera a legislação tributária federal e dá outras providências*. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.receita.fazenda.gov.br/Legislacao/leis/2009/lei11945.htm>. Acesso em: 13 ago. 2014.
- BRASIL. Resolução CNSP nº 273, de 19 de dezembro de 2012. *Altera e Consolida As Normas do Seguro Obrigatório de Danos Pessoais Causados Por Veículos Automotores de Via Terrestre, Ou Por Sua Carga, A Pessoas Transportadas Ou Não - Seguro DPVAT*. Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: <http://www.normaslegais.com.br/legislacao/resolucaosusep-273-2012.htm>. Acesso em: 10 de ago. 2014.
- BRASIL. SUSEP. Superintendência de Seguros Privado. *DPVAT*. Disponível em: <http://www.susep.gov.br/setores-susep/cgpro/dpvat>. Acesso em: 08 ago. 2014.
- CONTADOR, Cláudio R.; FERRAZ, Clarisse B. Penetração de Seguros e Preço de Apólices. *Estudos Funenseg*, Rio de Janeiro, p. 5-19. 2002.
- COSTA, Luciana Santos; SAMOBYL, Robert Wayne; SILVA, Wesley Vieira. Comparação entre os métodos de previsão univariados para o preço médio da soja no Brasil. In: XXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. *Anais...* Curitiba, 2002.
- COSTA, José Henrique Frazão; SANTOS, Alan Vasconcelos. *Análise de modelos de séries temporárias para a previsão mensal do ICMS do Estado do Maranhão*. São Luís: IMESC, 2008.
- FERREIRA, Paulo Pereira. *Modelos de Precificação e Ruína para Seguros de Curto Prazo*. Rio de Janeiro: FUNENSEG, 2002.
- GIVISIEZ, Gustavo Henrique Naves. Introdução a métodos de estimativas e interpolação populacionais. In: RIOS NETO, Eduardo Luiz; RIANI, Juliana de Lucena Ruas. *Introdução à demografia da educação*. Campinas: Associação Brasileira de Estudos Populacionais, 2004.
- JULA, Dorin; CONSTANTINESCU, Dan. Econometric Forecasting Models for NON-LIFE insurances. *Romanian Journal of Insurance*. Bucharest, p. 68-80, 2010.
- KIRSTEN, Heitor André. *Comparação entre os Modelos Holt-Winters e Redes Neurais para previsão de séries temporais financeiras*. 2009. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção e Sistemas, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2009.
- MUELLER, Alessandro. *Uma aplicação de redes neurais artificiais na previsão do Mercado acionário*. 1996. 168 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 1996.
- OLIVEIRA, Abdinardo Moreira Barreto. Previsão do preço de venda de não-commodities agrícolas via análise de séries temporais: um estudo sobre a fruticultura comercializada no vale do São Francisco. *Revista Desenharia*, Salvador, n. 13, p. 71-97, set. 2010.
- OLIVEIRA, Paulo Alves; BAPTISTA, Santos; CARVALHAL, Vasco. Modelação estatística dos índices de sinistralidade, aplicados ao setor da construção. *International Journal On Working Conditions*, p. 1-10, 2012.

PEREIRA FILHO, Luiz Tavares. *DPVAT: Um Seguro em Evolução*. O Seguro DPVAT visto por seus administradores e pelos juristas. Rio de Janeiro: Renovar, 2013.

SEGURO DPVAT (Brasil). *Conheça o DPVAT e a Seguradora Líder*. Disponível em: <http://www.dpvatsegurodotransito.com.br/conheca-o-DPVAT-e-a-seguradora-lider.aspx>. Acesso em: 10 ago. 2014.

XAVIER, Ricardo. *Aspectos operacionais e econômicos*. DPVAT: um seguro em evolução. O Seguro DPVAT visto por seus administradores e pelos juristas. Rio de Janeiro: Renovar, 2013.