

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA**

VALDIR RAMOS DE ASSIS JÚNIOR

**ANÁLISE E TENDÊNCIAS DO MERCADO BRASILEIRO DE SEGURO DE
AUTOMÓVEIS DE 2014 A 2021**

Porto Alegre

2022

VALDIR RAMOS DE ASSIS JÚNIOR

**ANÁLISE E TENDÊNCIAS DO MERCADO BRASILEIRO DE SEGURO DE
AUTOMÓVEIS DE 2014 A 2021**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia, modalidade profissional.

Orientador: Prof. Dr. Sergio Marley Modesto Monteiro

Porto Alegre

2022

CIP - Catalogação na Publicação

Assis Júnior, Valdir Ramos de
Análise e Tendências do Mercado Brasileiro de
Seguro de Automóveis de 2014 a 2021 / Valdir Ramos de
Assis Júnior. -- 2022.
117 f.
Orientador: Sergio Marley Modesto Monteiro.

Dissertação (Mestrado Profissional) -- Universidade
Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências
Econômicas, Programa de Pós-Graduação em Economia,
Porto Alegre, BR-RS, 2022.

1. Mercado de Seguro. 2. Seguro de Automóvel. 3.
Avaliação Atuarial. 4. Sinistralidade. I. Monteiro,
Sergio Marley Modesto, orient. II. Título.

VALDIR RAMOS DE ASSIS JÚNIOR

**ANÁLISE E TENDÊNCIAS DO MERCADO BRASILEIRO DE SEGURO DE
AUTOMÓVEIS DE 2014 A 2021**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia, modalidade profissional.

Aprovada em: Porto Alegre, 10 de junho de 2022.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Sergio Marley Modesto Monteiro – Orientador
UFRGS

Prof. Dr. Carlos Eduardo Schonerwald da Silva
UFRGS

Prof. Dr. Glaison Augusto Guerrero
UFRGS

Dedico este trabalho a minha querida mãe, Maria, minhas lindas irmãs, Patrícia e Priscila e ao meu amor, Brenda.

AGRADECIMENTOS

Ao meu amigo e orientador, Doutor Sergio Monteiro, por todo conhecimento compartilhado, suporte, confiança e conselhos nesta jornada.

Aos meus amigos Gladimir Oliveira e Simone Braga que muito me apoiaram quando iniciei e que me serviram de exemplo.

Ao meu amigo, Diretor Marcelo Wais, pelo apoio, ensinamentos e pela flexibilização que possibilitaram esses anos de estudo.

A minha irmã, Priscila Assis, pelo suporte e revisão detalhada deste trabalho.

Muito obrigado.

RESUMO

O presente trabalho objetiva uma análise do mercado brasileiro do seguro de automóveis nos anos de 2014 até 2021, avaliando os dados das principais variáveis históricas fornecidas publicamente pelo órgão fiscalizador do mercado de seguros, a Superintendência de Seguros Privados. Séries temporais mensais de prêmio emitido, prêmio ganho, despesa comercial, despesas e receitas com resseguro, sinistralidade, comissionamento e margem de resultado operacional foram analisadas graficamente e analisadas através de estatística descritiva e regressão linear durante o período observado. Buscou-se demonstrar a gestores e executivos das companhias de seguros e ao público interessado no assunto quais os índices médios dos quatro principais ramos de seguros de automóvel, quais foram as tendências no período e como se comportaram no comparativo anual, de forma a orientar a tomada de decisão quanto a seus próprios índices ou início de possíveis operações no grupo do seguro automóvel. Estudamos o comportamento do consumidor quanto à tomada de decisão em condições de incerteza, assimetria de informação, e uma visão geral do mercado de seguros e os componentes que o formam. Ainda utilizamos da base de dados AUTOSEG para a definição da taxa de risco e a avaliação da exposição e variação de prêmio entre perfis de gênero, idade do condutor, ano do modelo e região de tarifação, analisados individualmente e na combinação com as suas categorias tarifárias. Os dados apresentaram tendência de decréscimo no período analisado para as informações sobre prêmio emitido, prêmio ganho, sinistro ocorrido, sinistralidade, sinistralidade com resseguro e despesa comercial, observados nos gráficos e no modelo de regressão linear simples. Os dados de comissionamento e margem de resultado apresentaram tendência de crescimento durante o período analisado. O comparativo anual demonstra uma redução anual do prêmio ganho ajustado à inflação, registrando seu maior valor em 2014 e uma redução do sinistro ocorrido, com ênfase ao ano de 2020, quando apresentou uma grande queda no seu valor total. Em consequência a sinistralidade apresentou seu menor percentual no ano de 2020 e uma recuperação no ano de 2021 passando de 55% para 63%.

Palavras-chave: Mercado de Seguro. Seguro de Automóvel. Avaliação Atuarial. Sinistralidade.

ABSTRACT

The present work aims at an analysis of the Brazilian car insurance market in the years 2014 to 2021, thus evaluating the data of the main historical variables provided publicly by the supervisory body of the insurance market, the SUSEP. Monthly time series of written premium, earned premium, commercial expenses, expenses and revenues with reinsurance, claims, commissions and operating income margin were graphically analyzed and analyzed using descriptive statistics and linear regression during the observed period, in order to demonstrate to managers and executives of insurance companies and the public interested in the subject what are the average rates of the four main auto insurance lines, Hull, RCF-V, APP and Assistance, as was the trend in the period and how they behave in the annual comparison, helping in the decision-making regarding their own indices or the start of possible operations in the motor insurance group. We studied consumer behavior in terms of decision making under conditions of uncertainty, information asymmetry, and a general support of the insurance market and the components that form it. Even so, we use the AUTOSEG database to define the risk rate and evaluate the exposure and variation of the premium between gender profiles, driver age, model year and charging region, analyzed individually and in combination with their categories. The data showed a downward trend in the analyzed period for the data of written premium, premium earned, loss incurred, loss ratio, loss ratio with reinsurance and commercial expenses, observed in the graphs and in the regression. The commission and profit margin data showed a growth trend during the analyzed period. The annual comparison shows an annual reduction in the earned premium adjusted for inflation, reaching its highest value in 2014 and a reduction in the claim that occurred, with emphasis on the year 2020, where it presented a large drop in its total value. As a result, the loss ratio had its lowest percentage in 2020 and a recovery in 2021, going from 55% to 63%.

Keywords: Insurance Market. Car Insurance. Actuarial Evaluation. Loss ratio.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Linha orçamentária associada à compra de seguro	19
Figura 2 – Prêmio de risco de um consumidor avesso ao risco.....	24
Figura 3 – Equilíbrio com clientes idênticos.	33
Figura 4 – Equilíbrio com dois tipos de clientes e um único contrato.....	35
Figura 5 – Equilíbrio com dois tipos de clientes e dois tipos de contrato.	36
Figura 6 – Sistema Nacional de Seguros Privados.	38
Figura 7 – Composição do prêmio de seguro.....	84

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Série Temporal Prêmio Emitido	50
Gráfico 2 - Série Temporal Prêmio Emitido – Média Móvel	51
Gráfico 3 - Série Temporal Prêmio Ganho	53
Gráfico 4 - Série Temporal Prêmio Ganho – Média Móvel	53
Gráfico 5 - Série Temporal Prêmio Emitido e Prêmio Ganho	54
Gráfico 6 - Série Temporal Sinistro Ocorrido.....	57
Gráfico 7 - Série Temporal Sinistro Ocorrido – Média Móvel.....	58
Gráfico 8 - Série Temporal Sinistralidade.....	60
Gráfico 9 - Série Temporal Sinistralidade – média móvel.....	61
Gráfico 10 - Série Temporal Sinistralidade com Resseguro e Sem Resseguro - Móvel	63
Gráfico 11 - Série Temporal Sinistralidade com Resseguro	63
Gráfico 12 - Série Temporal Despesa Comercial	65
Gráfico 13 - Série Temporal Comissionamento.....	67
Gráfico 14 - Série Temporal Margem	68
Gráfico 15 - Análise Anual.....	69
Gráfico 16 - Análise Anual – Prêmio Ganho	70
Gráfico 17 - Análise Anual – Sinistro Ocorrido	71
Gráfico 18 - Análise Anual – Sinistralidade	71
Gráfico 19 - Análise Anual – Despesa Comercial.....	72
Gráfico 20 - Análise Anual – Comissionamento	73
Gráfico 21 - Análise Anual – Margem.....	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Avaliação da tendência das séries temporais – Prêmio Emitido (Brasil, 2014-2021).....	51
Tabela 2 - Avaliação da tendência das séries temporais – Prêmio Ganho (Brasil, 2014-2021).....	53
Tabela 3 - Avaliação da tendência das séries temporais – Sinistro Ocorrido (BRASIL, 2014-2021)	57
Tabela 4 - Avaliação da tendência das séries temporais - Sinistralidade (Brasil, 2014-2021) ..	60
Tabela 5 - Avaliação da tendência das séries temporais – Sinistralidade c/ Resseguro (Brasil, 2014-2021).....	64
Tabela 6 - Avaliação da tendência das séries temporais – Despesa Comercial (Brasil, 2014-2021)	66
Tabela 7 - Avaliação da tendência das séries temporais - Comissionamento (Brasil, 2014-2021).	67
Tabela 8 - Avaliação da tendência das séries temporais - Margem (Brasil, 2014-2021).....	69
Tabela 9 - Variação Anual (%)	75
Tabela 10. Composição por ramo do Prêmio Ganho	76
Tabela 11 - Composição por ramo da Sinistralidade.....	76
Tabela 12 - Composição por ramo do Sinistro	77
Tabela 13 - Composição por ramo da Margem	77
Tabela 14 - Vinte veículos com maior exposição no período.....	91
Tabela 15 - Distribuição por sexo.....	93
Tabela 16 - Distribuição por categoria tarifária	93
Tabela 17 - Variação por sexo e categoria tarifária	93
Tabela 18 - Distribuição por idade.....	94
Tabela 19 - Variação por categoria tarifária e idade	95
Tabela 20 - Distribuição por região	96
Tabela 21- Variação por categoria tarifária e região.....	99
Tabela 22 - Distribuição por ano do veículo	101
Tabela 23 - Variação por categoria tarifária e ano do veículo.....	102
Tabela 24 - Distribuição do prêmio de risco	103

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

APP	Acidentes Pessoais de Passageiros
AUTOSEG	Sistema de Estatísticas de Automóveis
CNSP	Conselho Nacional de Seguros Privados
CVM	Comissão de Valores Monetários
ENS	Escola Nacional de Seguros
IBA	Instituto Brasileiro de Atuária
RCFV	Responsabilidade Civil Facultativa Veículos
SUSEP	Superintendência de Seguros Privados
SES	Sistema de Estatística da SUSEP

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	ESCOLHA SOB CONDIÇÕES DE INCERTEZA.....	16
2.1	COMPORTAMENTO DO CONSUMIDOR	16
2.2	ASSIMETRIA DE INFORMAÇÃO.....	24
2.3	DEMANDA E OFERTA DE SEGUROS	28
3	MERCADO BRASILEIRO DE SEGUROS PRIVADOS	37
3.1	PROFISSIONAIS HABILITADOS	41
4	SEGURO AUTO.....	43
4.1	DADOS - ANÁLISE GRÁFICA DE TENDÊNCIAS E REGRESSÕES	43
4.1.1	Prêmio Emitido	48
4.1.2	Prêmio Ganho.....	51
4.1.3	Prêmio Emitido e Prêmio Ganho	54
4.1.4	Sinistro Ocorrido e Sinistralidade	55
4.1.5	Despesa comercial	64
4.1.6	Margem	67
4.2	COMPARATIVO ANUAL E VARIAÇÕES	69
4.3	ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO DOS RAMOS DO SEGURO AUTO	75
4.4	TESTE DE HIPÓTESE	78
4.4.1	Erros do Tipo I e Tipo II.....	80
5	SIMULAÇÃO DE PRÊMIO DE RISCO – CASCO	82
5.1	SISTEMA DE ESTATÍSTICA SUSEP – SES – AUTOSEG.....	88
5.2	PRÊMIO DE RISCO POR VEÍCULO	88
5.2.1	Comparativo por Gênero	92
5.2.2	Comparativo por Idade do Condutor	94
5.2.3	Comparativo por Região de Tarifação	96
5.2.4	Comparativo por Ano do Veículo	100

5.2.5	Composição por Risco: Roubo, Colisão, Incêndio, Outros.....	103
6	CONCLUSÃO	104
	REFERÊNCIAS.....	109
	APÊNDICE A – Códigos do Software R utilizados na Regressão e no cálculo do Prêmio de Risco	114

1 INTRODUÇÃO

O seguro “[...] é um meio de transferir riqueza de estados de natureza bons para estados de natureza ruins” (VARIAN, 2015, p. 315). Todos podemos de certa forma escolher cestas de consumo disponíveis que satisfaçam nossas necessidades e que estejam dentro de nosso orçamento. Essa tomada de decisão é realizada tanto em ambientes de certeza quanto em ambientes de incerteza, sendo o último mais sensível quanto ao momento de consumo, pois no seguro podemos pensar no quanto de dinheiro teríamos em um estado de natureza bom ou quanto teríamos de dinheiro em um estado de natureza ruim, dependendo das probabilidades decorrentes dos eventos aleatórios e das possíveis perdas do patrimônio segurado.

A Ciência Atuarial trata da área técnica securitária e analisa as probabilidades dos eventos futuros, uma vez que a metodologia de precificação dos seguros e de pulverização e gestão dos riscos estão contempladas na ciência. A profissão de atuário exige conhecimentos em teorias e aplicações matemáticas, econômicas e estatísticas, além de conhecimentos de probabilidade e finanças, Instituto Brasileiro de Atuária - IBA (2021).

Podemos descrever que o seguro é fundado na gestão do risco, e esta pode ser definida como o “[...] conjunto de pessoas, métricas de controle e sistemas direcionados a dimensionar e controlar os riscos identificados e associados ao ente econômico” (RODRIGUES, 2008, p. 3). A gestão de riscos contempla o acompanhamento dos resultados das carteiras de seguros, ou seja, o acompanhamento em tempo torna possível que quaisquer mudanças nas características do risco original sejam tratadas. Essas mudanças nas características do risco podem ser influenciadas por quaisquer mudanças abruptas naturais, como um impacto na economia, redução de renda, aumento da criminalidade, demanda e oferta no mercado, ou até a omissão de informação no momento da contratação do seguro.

A Superintendência de Seguros Privados desde 01 de setembro de 2021 flexibilizou o mercado de seguros do grupo automóvel no Brasil, ampliando acesso aos consumidores, ampliando a oferta de produtos do ramo e desenvolvendo o mercado. Conforme a Superintendência de Seguros Privados – SUSEP (2021) o seguro de

automóveis é uma das modalidades principais, arrecadando R\$ 17,43 bilhões em prêmios no primeiro semestre de 2021, sendo 6,8% maior que o mesmo período no ano de 2020. A quantidade de consumidores do seguro de automóveis pode crescer muito nos próximos anos, “No entanto, dados do Denatran e da Susep indicam que apenas 16% da frota de veículos no Brasil tinha cobertura de seguros em 2019, número que chega a pouco mais de 33% se considerados apenas veículos com até 10 anos de fabricação” (SUSEP, 2020, p.1).

Como há muitos veículos ainda sem seguro no Brasil, as seguradoras enxergam um grande potencial no mercado, logo, para adentrar na operação dos principais ramos deste seguro auto, é fundamental uma leitura do mercado como um todo, conhecer os principais índices que compõem a avaliação do setor de seguros e a tendência que o histórico dos dados mostra nos últimos anos.

É de interesse de gestores e executivos do ramo securitário saber se os produtos comercializados pelas seguradoras onde exercem suas atividades mantêm seus índices próximos, acima ou abaixo do mercado em geral para então tomar a melhor decisão na gestão atuarial dos produtos. Partindo da necessidade de acompanhamento do resultado da carteira de automóveis no Brasil e ampliação do mercado, decorre a relevância da pesquisa sobre o tema. O objetivo foco do trabalho será o Seguro de Automóveis, contemplando Casco, Responsabilidade Civil Automóvel, Acidentes Pessoais a Passageiros e Assistências Auto, de forma a avaliar este mercado no decorrer dos últimos oito anos completos, de 2014 até 2021.

Para a consecução do objetivo, essa dissertação está dividida em seis capítulos, incluindo introdução e conclusão. Os capítulos segundo e terceiro tratarão, respectivamente, da escolha do consumidor sob condições de incerteza e do mercado de seguros privados no Brasil, trazendo questões sobre assimetria de informação, comportamento do consumidor, demanda e oferta do seguro, regulamentação e profissionais que compõem o mercado securitário. No capítulo quarto serão analisadas as séries temporais com dados mensais das principais variáveis do mercado de seguros: prêmio emitido, prêmio ganho, sinistro ocorrido, despesa comercial, sinistralidade, comissionamento e margem de resultado parcial, inclusive nos anos de 2020 e 2021 durante a pandemia do Corona vírus. Analisamos suas tendências, pontos máximos e

mínimos, médias, comparativo anual e a separação por ramo de operação. Ainda acrescentamos o teste de hipótese para as médias dos sinistros ocorridos e prêmio ganho no período anterior à pandemia e no período durante a pandemia em 2020 e 2021. Como as variáveis de sinistralidade e prêmio ganho dependem diretamente do prêmio cobrado na contratação do seguro, entramos ao exemplo do cálculo do prêmio de risco da cobertura de casco de forma a esclarecer os principais componentes de frequência esperada e do valor de sinistro esperado, utilizando a base de dados pública do mercado brasileiro de seguro de automóvel disponível pela Superintendência de Seguros Privados - SUSEP na plataforma Sistema de Estatísticas de Automóveis – AUTOSEG. Analisamos no quinto capítulo o prêmio de risco para modelos de veículos mais expostos ao risco das principais montadoras, mostrando as taxas totais da variação de gênero, idade do condutor, região de tarifação, ano do veículo e o comparativo das taxas de roubo, colisão e incêndio. Incluímos ainda no capítulo cinco a formação e conceito do prêmio de risco, prêmio puro e prêmio comercial.

2 ESCOLHA SOB CONDIÇÕES DE INCERTEZA

O presente capítulo busca trazer para o trabalho o item essencial do seguro, além do risco, a escolha do consumidor de seguros sob condições de incerteza, entendendo como se comporta a probabilidade nas equações de utilidade, visualizar as curvas de demanda, oferta e o equilíbrio neste mercado.

2.1 COMPORTAMENTO DO CONSUMIDOR

Nesta seção vamos estudar o comportamento do consumidor em situações de incerteza, a escolha referente a sua utilidade, e a aversão ao risco. “A incerteza faz parte da vida. Arriscamo-nos todas as vezes que tomamos banho, atravessamos a rua ou fazemos um investimento” (VARIAN, 2015, p. 311). Desta forma há seguradoras a assumir estes riscos, muito importante para nós também os riscos relacionados aos veículos como: o risco de colisão, incêndio, roubo, pane ou de responsabilidade civil.

Conforme Varian (2015) o consumo sob condição de incerteza está ligado à preocupação do consumidor. No nosso exemplo de seguros o consumidor é o proponente e possível futuro segurado, com a distribuição de probabilidades, obtendo assim cestas de consumo diferentes dependendo dos resultados aleatórios possíveis, avaliando uma lista de resultado diferentes e suas probabilidades associadas. “Quando o consumidor decide quanto comprar em seguro de automóvel ou quanto investir no mercado de ações, ele está, na verdade, decidindo sobre um padrão de distribuição de probabilidade entre diferentes quantidades de consumo” (VARIAN, 2015, p. 312). Conforme Pyndick e Rubinfeld (2013) em um mundo de incertezas os indivíduos são imprevisíveis, ou irracionais, indo contra as premissas básicas da teoria do consumidor. A maioria das pessoas pode ver o risco como algo indesejável, mas algumas pessoas consideram o risco mais indesejável do que outras, logo “para podermos descrever o risco de forma quantitativa, é necessário, primeiro, que saibamos quais são os possíveis resultados de determinada ação, bem como qual a probabilidade de ocorrência de cada resultado.” (PYNDICK; RUBINFELD, 2013, p. 152). Fernandes (2009) diz ser necessário caracterizar

o risco dos consumidores frente aos possíveis estados da natureza, distinguindo os conceitos de risco e de incerteza:

Risco é enfrentar uma situação estabelecida por uma variável aleatória, cuja distribuição de probabilidades é conhecida. Incerteza, por sua vez, se refere a uma situação em que o consumidor se defronta com uma variável aleatória, cuja distribuição de probabilidades é desconhecida (FERNANDEZ, 2009, p. 179).

Para entendermos melhor as probabilidades no assunto em questão, Varian (2015) descreve um exemplo da operação do seguro limitando-se a uma situação simples em que há poucos resultados possíveis:

Uma pessoa tem \$ 35 mil unidades monetárias, pode ser a casa ou o carro, e há possibilidade de ela perder \$10 mil, uma perda parcial neste caso; suponhamos que a probabilidade de ocorrer a perda seja de $p = 1\%$. A distribuição de probabilidade será dada por 1% de ter \$25mil e 99% de ter \$35 mil unidades monetárias.

O seguro pode oferecer um meio de alterar a distribuição dessas probabilidades, de forma que se o evento ocorrer ou não ocorrer o segurado permanecerá sem alteração da riqueza já conhecida pois o prêmio de qualquer forma terá de ser pago. Digamos que a taxa do seguro foi de 1%, \$ 10 mil multiplicado por 1% tem-se um prêmio de \$100, neste caso a pessoa teria 1% de possibilidade de ter \$ 34,9 mil (\$35 mil – \$10 mil de perdas + \$10 mil indenizado pela seguradora – \$ 100 de prêmio) e teria 99% de possibilidade de ter \$ 34,9 mil (\$35 mil - \$100 de prêmio de seguro), reforçando que ele acabaria com a mesma riqueza, protegido contra as perdas.

“Em geral, se essa pessoa comprar US\$K de seguro e tiver de pagar um prêmio de γK , ela se defrontará com a seguinte aposta: probabilidade de 0,01 de obter US\$25.000 + K – γK e probabilidade de 0,99 de obter US\$35.000 – γK ” (VARIAN, 2015, p. 313).

Conforme Varian (2015) o tipo de seguro a ser escolhido pela pessoa dependerá das preferências escolhidas por ela, pois esta pessoa pode ser muito conservadora e escolher comprar muito seguro ou pode preferir correr riscos e não comprar nenhum seguro. As pessoas têm preferências diferentes referente as distribuições de probabilidade, assim como têm preferencias diferentes sobre bens de consumo. É importante observarmos que a importância dada a certo bem ou valor disponível depende

do momento; um bom exemplo é que “uma casquinha de sorvete em um dia ensolarado e quente é bem diferente de uma casquinha de sorvete em um dia chuvoso e frio. Em geral, os bens de consumo terão um valor diferente para a pessoa, dependendo das circunstâncias nas quais ficarem disponíveis.” (VARIAN, 2015, p. 313).

Varian (2015) descreve o consumo contingente, como os diferentes resultados possíveis decorrente de um evento aleatório. O exemplo dado foi de apenas dois resultados, de ocorrência e não ocorrência de um sinistro, porém poderíamos ter mais resultados possíveis, com perdas parciais por exemplo. Logo o plano de consumo contingente seria especificar o que seria consumido em cada resultado possível decorrente do evento aleatório. As ocorrências estão ligadas às probabilidades dos eventos, Pyndick e Rubinfeld (2013) descrevem que uma interpretação objetiva da probabilidade se baseia na frequência na qual certo evento tende a ocorrer. Suponha um novo exemplo em que saibamos que “das 100 últimas explorações petrolíferas *off-shore*, 25 tenham sido bem-sucedidas e 75 tenham fracassado. Sendo assim, a probabilidade de sucesso de 1/4 é considerada objetiva, pois se baseia diretamente na frequência de experiências similares” (PYNDICK; RUBINFELD, 2013, p. 177). Ainda assim descreve uma interpretação subjetiva da sinistralidade em situações em que não há experiência anterior que pudesse auxiliar na medição da probabilidade. Esta probabilidade subjetiva baseia-se principalmente na percepção do observador, de seu julgamento ou experiências próprias, mas não com os dados de frequência e severidade de informações passadas. Ferreira (2010) descreve o método de tarifação por julgamento ou subjetivo sendo um método utilizado quando não há informação suficiente no processo de tarifação, de modo que a tarifa é definida pelo subscritor do risco comparando o risco sem informação com riscos similares, podendo inclusive utilizar da teoria da credibilidade conjugando a experiência de outras seguradoras, que consiste de método de ponderação das experiências externas e internas disponíveis.

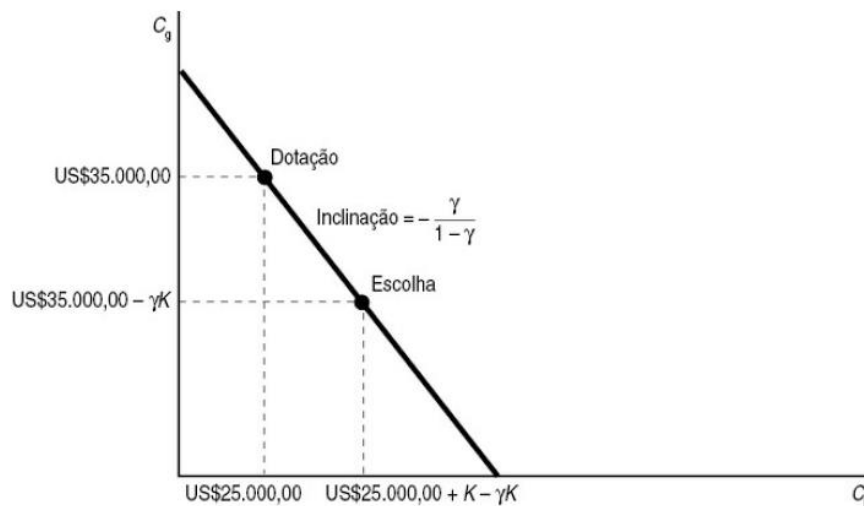
A teoria de credibilidade representa uma forma sistemática de atualização das tarifas dos seguros à medida em que a experiência de sinistros é disponibilizada. A teoria da credibilidade se torna mais importante quando o volume de informações é muito pequeno, conduzindo a uma instabilidade muito grande na estimativa do preço do seguro. A solução defendida pela teoria da credibilidade é a utilização de experiência de riscos similares ou de riscos idênticos referentes a experiências de períodos anteriores, experiências essas conjugadas com a

experiência mais recente do risco a ser precificado. É possível utilizar-se, no rol de riscos similares, a experiência de outras seguradoras ou, então, do mercado segurador (FERREIRA, 2010, p. 186).

Ocorre que as pessoas podem atribuir probabilidades diferentes a diferentes resultados, fazendo escolhas distintas (PYNDICK; RUBINFELD, 2015). Quaisquer que sejam as interpretações, as probabilidades sempre serão utilizadas no cálculo das medidas que auxiliam a descrever e comparar escolhas entre riscos. Uma medida é o valor esperado e a outra a variabilidade.

Conforme Varian (2015) se imaginarmos um plano de consumo contingente como uma cesta de consumo poderemos pensar nas preferências do consumidor definidas pelos diferentes planos de consumo, um termo de troca dado uma restrição orçamentária, escolhendo um plano de consumo preferível em que o consumidor possa pagar. Descrevendo o seguro em termos de análise de curva de indiferença:

Figura 1 – Linha orçamentária associada à compra de seguro



Nota: O prêmio do seguro γ nos permite abrir mão de consumo no resultado bom (C_g) para obter mais consumo no resultado ruim (C_b).

Fonte: Adaptado de Varian (2015)

A escolha de consumo contingente no gráfico acima nos dá duas possibilidades: a primeira opção sem contratação de seguro no estado ruim, se a perda ocorrer de 25 mil e no estado bom de 35 mil. A segunda opção com a contratação do seguro: “O seguro oferece uma forma de sair desse ponto de dotação. Se você comprar $US\$K$ de seguro,

abrirá mão de US\$ γK de possibilidades de consumo no estado bom em troca de US\$K – γK de consumo no estado ruim” (VARIAN, 2015, p. 314).

Tratando de questões ligadas à utilidade e probabilidade, Varian (2015) descreve que se o consumidor tiver preferências razoáveis em relação ao consumo nos diferentes cenários, essas preferências poderão ser escritas em funções de utilidade. Examinar a escolha do consumo e condições de incerteza necessita uma estrutura especial, ou seja, a taxa que a pessoa estaria disposta a substituir o consumo tem relação direta com as probabilidades associadas nos diferentes estados da natureza, visto que as preferências dependem das crenças do indivíduo sobre a probabilidade de ocorrência. “Quase todo mundo tem aversão ao risco porque quase todo mundo tem utilidade marginal decrescente. Mas o grau de aversão ao risco varia entre os indivíduos, algumas pessoas têm maior aversão ao risco do que outras” (KRUGMAN; WELLS, 2015, p. 1136). De acordo com Goolsbee *et al* (2018), buscando compreender a afirmação de que as pessoas não gostam de assumir riscos, pensamos em uma pessoa e na utilidade na qual ela obtém ao consumir bens que consegue comprar com sua renda, o que precisamos saber é o montante de utilidade que a pessoa vai obter em qualquer nível de renda disponível.

Conforme Varian (2015), devemos supor que estamos examinando dois estados mutuamente excludentes, tais como chuva e sol, perda ou ganho ou qualquer outra coisa. c_1 e c_2 são o consumo nos estados 1 e 2 respectivamente e π_1 e π_2 as probabilidades de ocorrência dos dois estados, logo se são excludentes mutuamente de modo que apenas uma possa ocorrer então: $\pi_2 = 1 - \pi_1$, porém devemos utilizar as duas probabilidades para manter a simetria. Dado isto, podemos escrever a função de utilidade dos estados 1 e estado 2 como $u(c_1, c_2, \pi_1, \pi_2)$ representando as preferências de consumo do indivíduo em cada estado. Desta forma uma função de utilidade pode adotar a seguinte forma:

$$u(c_1, c_2, \pi_1, \pi_2) = \pi_1 u(c_1) + \pi_2 u(c_2)$$

Um estado pode ser certo e assumir π_1 ou $\pi_2 = 1$, ou pode ter probabilidades associadas e estar entre 0 e 1, logo a utilidade pode ser escrita como a soma ponderada de alguma função de consumo.

Quando dizemos que as preferências de um consumidor podem ser representadas por uma função de utilidade esperada, ou que as preferências do consumidor têm a propriedade da utilidade esperada, o que queremos dizer é que podemos escolher uma função de utilidade com a forma aditiva descrita anteriormente (VARIAN, 2015, p. 319).

Conforme Varian (2015) a curvatura de uma função de utilidade pode descrever as atitudes do consumidor em relação ao risco, se a curva for côncava o consumidor será avesso ao risco e se a curva for convexa o consumidor será propenso ao risco. Dito isto é importante a ótica referente as três premissas básicas de preferências do consumidor:

Ela pode ser completa, onde é possível comparar duas cestas quaisquer. Ou seja, dado uma cesta X e uma cesta Y, pressupomos que $(x_1, x_2) \succcurlyeq (y_1, y_2)$ ou $(y_1, y_2) \succcurlyeq (x_1, x_2)$, ou o consumidor pode ser indiferente entre ambas $(y_1, y_2) \sim (x_1, x_2)$.

Pode ser reflexiva, onde as cestas são tão boas quanto elas mesmas de forma que $(x_1, x_2) \succcurlyeq (x_1, x_2)$.

E pode ser transitiva, onde se $(x_1, x_2) \succcurlyeq (y_1, y_2)$ e $(y_1, y_2) \succcurlyeq (z_1, z_2)$, pressupomos que $(x_1, x_2) \succcurlyeq (z_1, z_2)$. Ou seja, se X é tão boa quanto Y e Y é tão boa quanto Z então X será tão boa quanto Z.

Fazendo suposição referente a percepção dos consumidores nas loterias, conforme VARIAN (1992):

Receber um prêmio com probabilidade um é o mesmo que a certeza de receber o prêmio (de loteria):

$$1 * x \oplus (1 - 1) * y \sim x$$

O consumidor não se importa com a ordem no qual a loteria é descrita:

$$p * x \oplus (1-p) * y \sim (1-p) * y \oplus p * x$$

A percepção do consumidor da loteria depende apenas da probabilidade líquida de receber os prêmios (de loteria) x e y , desta forma é possível ter mais de dois resultados possíveis:

$$q * [p * x \oplus (1-p) * y] \oplus (1-q) * y \sim (qp) * x \oplus (1-qp) * y$$

Como vimos acima, na escolha das loterias, vamos assumir que as preferências são completas, reflexiva e transitivas. Podemos construir loterias com um número diferente de resultados, por exemplo três prêmios: x , y e z no qual a probabilidade de cada é de um terço, somadas as três temos probabilidade igual a um. Reduzindo a equação anterior temos a loteria equivalente a:

$$\frac{2}{3} * \left[\frac{1}{2} * x \oplus \frac{1}{2} * y \right] \oplus \frac{1}{3} * z$$

De acordo com a suposição acima o consumidor se importa apenas com a probabilidade líquida envolvida, e as três suposições acima descrevem o espaço, ou resultados possíveis das loterias disponíveis. A função de utilidade u permite descrever as preferências do consumidor sob incerteza, logo considerando as preferências completas, reflexivas e transitivas. Função de utilidade u :

$$p * x \oplus (1-p) * y > q * w \oplus (1-q) * z$$

A suposição acima está de acordo somente se:

$$u(p * x \oplus (1-p) * y) > u(q * w \oplus (1-q) * z)$$

Utilizando a função utilidade acima, e utilizando das premissas de preferência do consumidor, permite-se a definição da propriedade de utilidade esperada, de modo que a utilidade da loteria será a expectativa da utilidade das premiações. Espaço que satisfaz a propriedade de utilidade esperada:

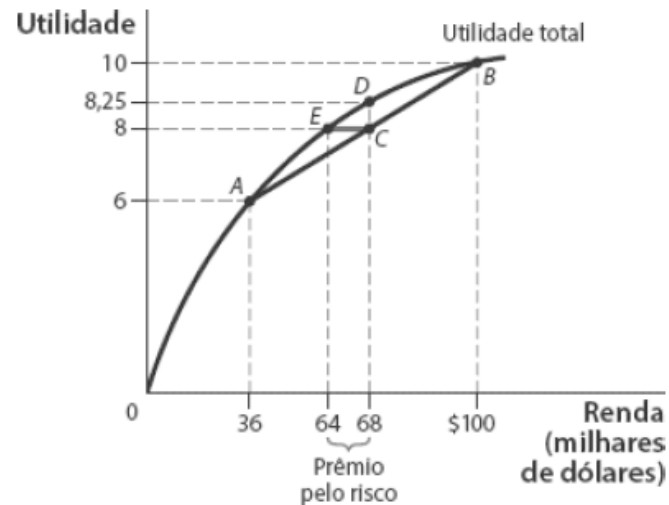
$$u(p * x \oplus (1 - p) * y) = p * u(x) + (1 - p) * u(y).$$

Referente à aversão ao risco, observamos que a utilidade esperada tem propriedades convenientes para análise sob condições de incerteza. Conforme Fernandez (2009) a função de utilidade de um indivíduo avesso ao risco é estritamente côncava em relação à origem e significa que sua utilidade marginal da renda decresce na medida que esta aumenta. Conforme Goolsbee, a aversão ao risco é “[...] sofrer uma perda de utilidade esperada em razão da incerteza ou, de forma equivalente, ser capaz de pagar para ter esse risco reduzido.” (GOOLSBEE, 2018, p. 757).

O fato de existirem consumidores avessos ao risco faz surgir o conceito de prêmio de risco, o qual pode ser definido da seguinte forma: Prêmio de risco é o valor monetário que um indivíduo avesso ao risco estaria disposto a pagar para evitar um determinado risco. A magnitude do prêmio de risco depende, em geral, das alternativas de risco abertas ao consumidor (FERNANDEZ, 2009, p. 184).

Para Pyndick e Rubinfeld “[...] o prêmio de risco é a soma máxima em dinheiro que uma pessoa com aversão ao risco pagaria para deixar de assumir determinado risco. Em geral, a magnitude do prêmio de risco depende das alternativas de risco com que se defronta tal pessoa” (PYNDICK; RUBINFELD, 2013, p. 185). Para melhor visualização gráfica do prêmio de risco no comparativo das curvas de utilidade de um consumidor avesso ao risco é possível observar o segmento de reta “EC” no gráfico abaixo, que representa o montante de prêmio de risco que o consumidor avesso ao risco está disposto a pagar para eliminar ou reduzir a incerteza:

Figura 2 – Prêmio de risco de um consumidor avesso ao risco.



Fonte: Adaptado de Goolsbee (2018)

Conforme Varian (2015) pode ocorrer de forma natural que as preferências do consumidor ocorram para que ele prefira a distribuição aleatória da riqueza ao valor esperado dela, desta forma podemos classificar o consumidor como propenso ao risco. O consumidor avesso ao risco tem a função de utilidade côncava de forma que a utilidade marginal diminua de acordo com o aumento da renda, por vez, o consumidor propenso ao risco tem a função de utilidade convexa, onde a inclinação da curva de utilidade é mais íngreme com o aumento da renda. A função de utilidade mede a atitude do consumidor frente às situações de incerteza, quanto mais côncava a função, mais avesso ao risco é o consumidor, e quanto mais convexa mais propenso ao risco será o consumidor. Há os casos onde o indivíduo é neutro em relação ao risco, “Um indivíduo é neutro em relação ao risco quando ele está indiferente entre um evento incerto de certo valor esperado e um evento certo de mesmo valor esperado” (FERNANDEZ, 2009, p. 183).

2.2 ASSIMETRIA DE INFORMAÇÃO

Há dois pontos de importância quando falamos de informação para os contratos de seguros, o primeiro se trata de risco moral e o segundo de seleção adversa.

O seguro é fundamentado no mutualismo entre os integrantes de uma carteira de seguros, geralmente de mesma característica e com riscos similares, estes riscos são distribuídos de forma que a totalidade obedeça a lei dos grandes números e os princípios de probabilidade.

Conforme Krugman e Wells (2015), houve anos de grandes catástrofes no mercado de seguros internacional, inicialmente com o ataque de 11 de setembro de 2001, que ocasionou US\$23 bilhões em perdas; na sequência, o furacão Irene em Nova York e New Jersey, juntamente com o terremoto e tsunami japonês, tornados e inundações no Mississippi e o derramamento de óleo no Golfo do México. Registra que o pior ano foi em 2005 com o furacão Katrina em Mississippi e Lousiana, com mais de 1.400 mortos e a comunidade devastada. US\$50 bilhões em perdas para as seguradoras e US\$23 bilhões em perdas para o programa nacional de seguro à inundação do governo, e na sequência o furacão Rita sobre o Texas e sudeste de Lousiana causando ainda mais devastação. Quaisquer pessoas que vivem nestas áreas ameaçadas por furacões, terremotos e inundações e ataques terroristas lidam com a incerteza do mundo real. Estas pessoas utilizam o mercado de seguros para reduzir seus riscos, e de fato os seguros oferecem muitas maneiras de os indivíduos reduzirem seus riscos. “Mercados fazem muito bem em lidar com o risco, quando existem duas condições: quando o risco pode ser razoavelmente bem diversificado e quando a probabilidade de perda é igualmente bem conhecida por todos” (KRUGMAN; WELLS, 2015, p. 1127). Desta forma a informação privilegiada que não é passada para a seguradora pode ser classificada como seleção adversa, visto ser de extrema importância que a probabilidade de perda seja conhecida por todos.

Os mercados têm problemas quando algumas pessoas sabem de coisas que outras não sabem – uma situação que envolve o que é chamado de informação privilegiada. Veremos que a informação privilegiada pode causar ineficiência, impedindo transações mutuamente benéficas de ocorrer – especialmente nos mercados de seguros (KRUGMAN; WELLS, 2015, p. 1128).

Conforme Goolsbee (2018), quando incentivos mais fortes para tipos ruins de produtos do que para tipos bons estiverem envolvidos em uma transação haverá seleção adversa. Este nome é dado visto a seleção de tipos para o mercado tenderem adversamente em direção de produtos de má qualidade. “Caso houvesse informações

completas no mercado e a qualidade dos produtos fosse um conhecimento compartilhado, produtos de mais alta qualidade teriam preços mais altos e produtos de mais baixa qualidade teriam preços mais baixos” (GOOLSBEE, 2018, p. 826).

O mercado de seguros é um caso importante a ser abordado referente à seleção adversa, pois neste caso os compradores sabem mais sobre seus riscos que a seguradora, e sabem mais referente as chances de virem a reivindicar as indenizações de suas apólices de seguros. Isso significa que compradores são selecionados nos mercados de seguros, pois eles conhecem seus próprios riscos e tendem a comprar o seguro que melhor lhe caberá. “Pelo ponto de vista das seguradoras, consumidores potenciais diferem em termos da “qualidade”, uma vez que apresentam diferentes possibilidades de vir a reivindicar indenizações relacionadas a suas apólices de seguro” (GOOLSBEE, 2018, p. 834). Desta forma, motoristas irresponsáveis são mais propensos a obter sinistros durante a vigência da apólice de automóvel e pessoas com saúde debilitada são mais propensas a indenizações de seguro de pessoas e seguro saúde.

Se as seguradoras pudessem observar o potencial de risco inerente a seus segurados, poderiam cobrar prêmios de apólices mensuráveis com esse risco. Consumidores passíveis de realizar indenizações mais frequentes ou maiores pagariam prêmios mais altos. Não haveria qualquer perda de eficiência neste mundo: consumidores de alto risco pagariam mais, mas pelo menos conseguiriam encontrar cobertura. Os prêmios mais altos compensariam seus segurados pelas indenizações mais altas esperadas (GOOLSBEE, 2018, p. 834).

Besanko *et al* (2012) nos dá um exemplo de informações ocultas nos seguros de incêndios de confecções, onde os imigrantes Blanck e Harris eram empreendedores.

Na década de 1890 e na primeira década do século XX ambos eram proprietários de diversas fábricas de roupas e produziam blusas femininas na cidade de Nova York. O negócio de moda era muito arriscado na época e os fabricantes de roupas tinham de tomar as decisões de produção muito antes das vendas. Esses erros de quantidade produzida em excesso e a constante mudança das preferências do consumidor acabavam com estoques não vendidos. Isso acontecia especialmente na primavera e outono quando as estações de inverno e verão chegavam ao fim. Em 1902 iniciou-se um incêndio em uma das empresas, às 05 da manhã, ninguém se feriu devido ao horário do incêndio, mas o estoque que sobrou na operação e o maquinário foram destruídos. Os

equipamentos e estoque tinham seguro e as seguradoras pagaram pelo prejuízo. No mesmo ano mais um incêndio e novamente a seguradora pagou a indenização, em outros anos ocorreram casos semelhantes em outras empresas dos mesmos proprietários. Apesar de não haver evidências que provem que os incêndios foram provocados pelos proprietários, é difícil imaginar o contrário. Tiveram outros casos com empresas de outros proprietários de fábrica de plumas, onde as fábricas pegaram fogo quando os estilistas de Paris decidiram que plumas estavam fora de moda. Logo qualquer atitude externa tomada pelo agente afeta as probabilidades de ocorrência de sinistro. “As seguradoras referem-se a problemas de atitudes ocultas como problemas de risco moral e utilizam vários métodos para alinhar os interesses do segurado com os da seguradora” (BESANKO *et al.*, 2012, p. 97).

O exemplo acima dado por Besanko está mais voltado ao risco moral pelo motivo da ocorrência do sinistro ter se dado de forma intencional pelo segurado, agravando o risco em magnitude que sua ocorrência passasse a ser certa.

Conforme Goolsbee (2018) esse é outro problema de informação assimétrica no mercado de seguros, quando as seguradoras não conseguem observar todas as ações de seus segurados, sendo que uma pessoa com o seguro tenha atitudes diferentes as que teria se não tivesse seguro, “[...] alguém que tenha um seguro para automóveis, por exemplo, pode não dirigir com tanta cautela. Esse tipo de problema é chamado de risco moral” (GOOLSBEE, 2018, p. 834).

Quando uma pessoa ou empresa encontra-se plenamente segurada e não pode ser meticulosamente monitorada por uma companhia de seguros, já que esta só dispõe de informações limitadas, a parte segurada pode agir de um modo que aumente a probabilidade de um acidente ou dano ocorrer. Por exemplo, se minha casa está segurada contra furto, posso me descuidar de trancar as portas ao sair; posso, também, optar por não instalar um sistema de alarme. A possibilidade de que o comportamento individual possa ser alterado após a contratação do seguro é um exemplo de um problema conhecido como risco moral. (PYNDICK; RUBINFELD, 2013, p. 636).

Goolsbee (2018) descreve algumas formas de amenizar a seleção adversa no mercado de seguros: Apólices em grupo, a subscrição de apólices em grupo ajuda a vincular o seguro à situação de emprego, a seguradora remove parte da ligação entre o grau de risco dos indivíduos e a aquisição do seguro, ou seja agrupa uma gama de riscos

diferentes somando os riscos bons aos riscos maus reduzindo a correlação entre os segurados que buscam o seguro, seguro de pessoas nesse caso, e as chances de adoecerem ou falecerem.

Outra forma de reduzir a seleção adversa é a triagem, onde as companhias seguradoras analisam os proponentes à possibilidade de eles virem a ter sinistros, observando diversos fatores de risco. Isso pode ser realizado através de formulário de perguntas de perfil de risco, como exemplo no seguro de automóvel costuma-se realizar perguntas referente ao segurado ao veículo e à cobertura, por exemplo: informação de garagem na residência na escola e faculdade, região de maior circulação, sistemas antifurto, idade do condutor etc.

Uma terceira forma citada por Goolsbee é de negar a cobertura, desta forma a seguradora pode eliminar diretamente a seleção adversa negando a cobertura securitária para proponentes com determinado fator de risco e perfil específico.

2.3 DEMANDA E OFERTA DE SEGUROS

Para iniciar a seção de demanda por seguros utilizaremos o exemplo de VARIAN (2015), onde utiliza a estrutura de utilidade esperada à demanda de seguros conforme abaixo:

Uma pessoa com uma riqueza inicial de 35.000 poderia perder 10.000 com probabilidade de 1%, e probabilidade de não perda de $1 - 1\% = 99\%$. Se a perda ocorrer ela fica com 25.000 e se não ocorrer permanece com a riqueza inicial de 35.000. Ainda assim nomeamos o prêmio de seguros como sendo γK e a cobertura securitária como K .

A escolha ótima do seguro é quando a TMS (taxa marginal de substituição) é igual a $(\gamma/1-\gamma)$.

Utilizaremos π como a probabilidade de ocorrência e $1 - \pi$ a probabilidade de não ocorrência.

Com a contratação do seguro e o pagamento do prêmio de seguro γK temos o “estado 1” sem a ocorrência do sinistro, onde:

$$C_1 = 35.000 - \gamma K$$

E o “estado 2”, situação de perda com a ocorrência do sinistro:

$$C_2 = 35.000 - 10.000 + K - \gamma K$$

“A escolha de seguro ótima do consumidor é determinada, pois, pela condição de que a TMS dele entre o consumo nos dois períodos seja igual à razão dos preços” (VARIAN, 2015, p. 325). De forma que:

$$TMS = -\frac{\pi \Delta u(c_2) / \Delta c_2}{(1 - \pi) \Delta u(c_1) / \Delta c_1} = -\frac{\gamma}{1 - \gamma}$$

Para definirmos a formulação devemos observar o contrato de seguro pela ótica da seguradora. A seguradora terá de pagar a indenização ao segurado caso ocorra o sinistro de acordo com a importância segurada contratada K , conforme sua probabilidade de ocorrência π . E não terá de pagar nada com probabilidade de $(1 - \pi)$. O prêmio de seguro γK é sempre devido a seguradora indiferente da ocorrência ou não ocorrência do sinistro. Desta forma o lucro da seguradora, P , será dado conforme abaixo:

$$P = \gamma K - \pi K - (1 - \pi) * 0 = \gamma K - \pi K$$

Onde, P é o lucro.

Em média dizemos que o lucro da seguradora deve ser zero nos cálculos de definição do prêmio de risco da operação, os lucros da seguradora são acrescidos no prêmio após a definição do prêmio puro conforme a definição de prêmio comercial na seção atuarial de cálculo de prêmio. Desta forma dizemos que o seguro na essência não visa lucro, a seguradora visa lucro, onde:

$$P = \gamma K - \pi K = 0$$

A equação implica que $\gamma = \pi$, desta forma inserimos na equação e teremos:

$$\frac{\pi \Delta u(c_2) / \Delta c_2}{(1 - \pi) \Delta u(c_1) / \Delta c_1} = \frac{\pi}{1 - \pi}$$

Os cancelamentos de π nos deixa com a condição de que a escolha ótima de seguros é dada por:

$$\frac{\Delta u(c_1)}{\Delta c_1} = \frac{\Delta u(c_2)}{\Delta c_2}$$

Onde a utilidade marginal de 1 unidade monetária de renda adicional caso a perda ocorra desse ser igual a utilidade marginal de 1 unidade monetária caso a perda não ocorra.

Logo quando o consumidor é avesso ao risco a utilidade marginal decresce conforme a renda aumenta. Se o estado de ocorrência do sinistro c_2 e não ocorrência c_1 forem iguais, $c_1 = c_2$, substituindo a equação temos:

$$35.000 - \gamma K = 25.000 + K - \gamma K$$

A equação ocorre em riquezas iguais no estado c_1 e estado c_2 , não ocorrência e ocorrência do sinistro, de forma que as riquezas sejam iguais. O consumidor avesso ao risco, maximizador de utilidade esperada, escolherá contratar o seguro total uma vez que se importa com a quantidade total de riqueza que tenha no estado e não com a riqueza que ele poderia ter em algum outro estado.

Na sequência vamos analisar a demanda nos contratos de seguro, a oferta nos contratos de seguro e o equilíbrio no mercado.

Conforme Rothschild e Stiglitz (1976) em um mercado de seguros é importante descrevermos as funções de oferta e de demanda dos agentes, que são as seguradoras que vendem os seguros e os individuais, quem compram os seguros. Os segurados compram os seguros de modo a alterar o padrão de renda nos dois estados da natureza.

Para a demanda por seguros definiremos W_1 como a renda se não ocorrer sinistros e W_2 a renda se ocorrer sinistros. A utilidade esperada conforme suas preferências são dadas por:

$$\hat{V}(p, W_1, W_2) = (1-p) U(W_1) + pU(W_2)$$

Onde, U representa a utilidade da renda e p representa a probabilidade de ocorrência do sinistro.

Podemos definir um contrato de seguros da seguinte forma: Considere uma renda de tamanho W caso não tenha sinistro na vigência da apólice, e considere uma renda de tamanho W-d caso o sinistro ocorra, onde d são as perdas decorrentes dos sinistros. Se o consumidor escolher por contratar o seguro ele pagará para a seguradora um prêmio de seguro α_1 em troca da indenização $\hat{\alpha}_2$ se o sinistro ocorrer. Sem o seguro os dois cenários possíveis nos estados da natureza podem ser (W, W-d) e com o seguro passam a ser (W - α_1 , W - d + α_2), onde $\alpha_2 = \hat{\alpha}_2 - \alpha_1$ (indenização menos o prêmio). Desta forma o vetor $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2)$ descreve o contrato de seguros. Desta forma a função de utilidade passa a ser da forma:

$$V(p, \alpha) = \hat{V}(p, W - \alpha_1, W - d + \alpha_2)$$

Entre todos os contratos ele escolherá o que maximize a função $V(p, \alpha)$. Se ele tiver sempre a opção de não comprar o seguro, ele só comprará o contrato de seguro α se $V(p, \alpha) > V(p, 0)$.

$$V(p, 0) = \hat{V}(p, W, W - d)$$

Assumimos que as pessoas são idênticas em seus aspectos e com probabilidades diferentes e que são avessas aos riscos tendo a segunda derivada da função utilidade menor que zero desta forma com $V(p, \alpha)$ côncava para baixo.

Conforme Rothschild e Stiglitz (1976), referente a oferta de seguros, vamos estudar como as companhias de seguros decidem quais contratos de seguro elas deveriam oferecer para venda e para quais pessoas. Assumimos que as companhias de seguros são neutras ao risco e estão preocupadas apenas com os lucros esperados, levando em consideração a probabilidade p de ocorrência de sinistro do indivíduo:

$$\pi(p, \alpha) = (1 - p) \alpha_1 - p \alpha_2 = \alpha_1 - p(\alpha_1 + \alpha_2)$$

Mesmo que as firmas não sejam maximizadoras de lucro esperado, em um mercado competitivo elas se comportam como maximizadoras.

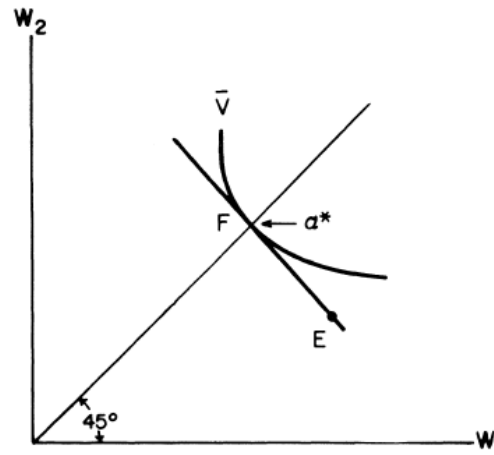
As companhias seguradoras têm recursos financeiros suficientes para que elas sejam capazes de vender um número específico de contratos na qual elas esperam ter lucro, considerando um mercado aberto e de livre entrada, e garantindo que qualquer contrato demandado e que espere ser lucrativo seja suprido.

Definindo o equilíbrio, Rothschild e Stiglitz (1976) assumem que clientes podem comprar apenas um contrato de seguro, isso implica que as vendas do seguro dependem do preço do seguro e a quantidade de seguro comprado. Na maioria dos mercados competitivos o vendedor define o preço e não tem controle sobre a quantidade comprada, desta forma a concorrência de preço e quantidade é mais apropriada ao mercado de seguros.

A definição do equilíbrio por Rothschild e Stiglitz (1976) em um mercado de seguros é que o equilíbrio é um conjunto de contratos, onde os consumidores escolhem a partir da maximização de sua utilidade, onde nenhum contrato em um conjunto em equilíbrio torna negativo o lucro esperado e em contrapartida, não há contratos fora do conjunto em equilíbrio que se oferecido vá gerar lucros positivos.

Para entendimento vamos a definição e análise do equilíbrio no mercado com clientes idênticos, sabendo que apenas quando clientes tem probabilidades diferentes de ocorrência de sinistro que as companhias seguradoras terão informações imperfeitas.

Figura 3 – Equilíbrio com clientes idênticos.



Fonte: Adaptado de Rothschild e Stiglitz (1976)

Os eixos horizontal e vertical representam a renda nos estados da natureza W_1 , não ocorrência do sinistro, e W_2 , ocorrência do sinistro, respectivamente. Onde o ponto E de coordenadas (W_1, W_2) é um cliente sem seguro contratado. As curvas de indiferença são conjuntos da função da demanda visto anteriormente:

$$\hat{V}(p, W_1, W_2) = (1-p) U(W_1) + pU(W_2)$$

A compra das apólices de seguro $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2)$ move o consumidor do ponto E para o ponto $(W - \alpha_1, W - d + \alpha_2)$. A livre entrada e a competição perfeita vão assegurar que apólices compradas em um mercado em equilíbrio tem lucros esperado zero de forma que a oferta de seguro seja:

$$(1 - p) \alpha_1 - p^* \alpha_2 = 0$$

As apólices que atingem o equilíbrio são dadas pela função acima, a função de oferta quando o lucro é zero, demonstrada no gráfico acima na linha EF , onde o ponto F é o ponto de equilíbrio e representa o ponto de probabilidade justa, onde o pagamento do prêmio é o justo para pagar os sinistros esperados. O equilíbrio no mercado maximiza a utilidade do consumidor. A compra do seguro no ponto α^* tangencia a curva de

indiferença com a linha de oferta à probabilidade justa, satisfazendo as condições de equilíbrio.

Vimos acima o equilíbrio em um mercado com clientes idênticos, ou seja, com a mesma probabilidade de perda e probabilidade de não perda. Agora veremos o equilíbrio com informações imperfeitas, ou seja, com duas classes de clientes.

Utilizando da explicação de Rothschild e Stiglitz (1976), analisamos um mercado com dois tipos de clientes, um com baixo risco de acidente com probabilidade p^L , e um com alto risco de acidente com probabilidade p^H , de forma que $p^H > p^L$. Um mercado onde há assimetria de informação.

Vamos representar a fração que representa a quantidade de clientes de alto risco do total de clientes como (λ) de modo que a média da probabilidade de acidentes seja:

$$\bar{p} = \lambda * p^H + (1 - \lambda) * p^L$$

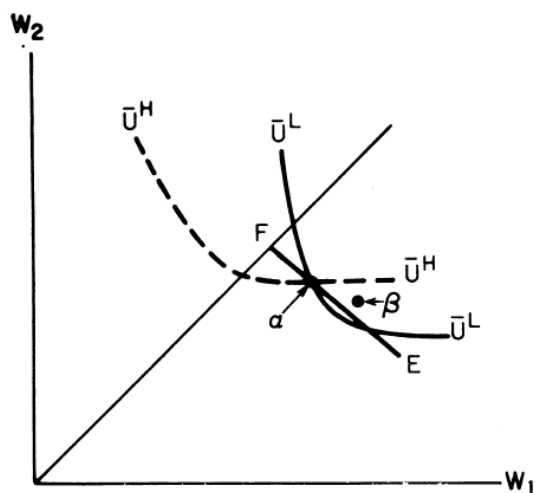
Este mercado tem dois tipos possíveis de análise de equilíbrio, um equilíbrio onde o grupo de clientes diferentes compra o mesmo contrato de seguros, e o outro onde clientes diferentes compram contratos diferentes.

Considerando que α é a piscina de equilíbrio dos contratos de seguro e $\pi(\bar{p}, \alpha)$ é a função de oferta da firma que depende da fração de clientes de baixo e alto risco e suas probabilidades de ocorrência e não ocorrência de sinistro, e define o lucro da seguradora, se $\pi(\bar{p}, \alpha) < 0$ a firma irá perder dinheiro, indo contra a definição de equilíbrio, se $\pi(\bar{p}, \alpha) > 0$ haverá contratos onde terá um pouco mais de consumo em cada estado da natureza que fará com que a seguradora tenha lucro quando todos os consumidores comprarem o seguro, que também vai contra a definição de equilíbrio visto a taxa atuarial aqui ser justa, onde o lucro esperado é zero, e há $\pi(\bar{p}, \alpha) = 0$ onde α está na linha de probabilidade EF de inclinação $(1 - \bar{p}) / \bar{p}$.

A linha pontilhada na figura abaixo representa a curva de indiferença do consumidor de maior risco \bar{u}^H e a linha sólida representa a curva de indiferença do consumidor de baixo risco. As curvas se interceptam no ponto α com a linha de probabilidades, porém há um ponto β próximo de α que os consumidores de baixo risco preferem ao ponto α . Os consumidores de alto risco preferem α do que β . O ponto α gera

lucro quando os consumidores de baixo risco os compram, desta forma β contradiz a definição de equilíbrio então α não pode ser um ponto de equilíbrio.

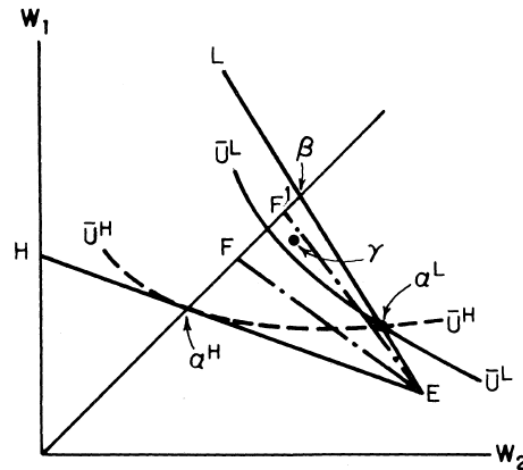
Figura 4 – Equilíbrio com dois tipos de clientes e um único contrato.



Fonte: Adaptado de Rothschild e Stiglitz (1976)

Conforme Rothschild e Stiglitz (1976) para um equilíbrio cada tipo de cliente deve comprar um tipo de contrato de forma separada, de modo que cada contrato em equilíbrio gere lucro zero. Na figura abaixo vamos demonstrar o contrato de seguro de clientes de baixo risco sobre a linha EL com inclinação $(1-p^L) / p^L$ e o contrato de clientes de alto risco EH com inclinação $(1-p^H) / p^H$.

Figura 5 – Equilíbrio com dois tipos de clientes e dois tipos de contrato.



Fonte: Adaptado de Rothschild e Stiglitz (1976)

Na figura acima α^H representa o ponto de equilíbrio do cliente de alto risco tangenciando a linha EH . De todos os contratos de seguros disponíveis no segmento EL os clientes de baixo risco preferem o ponto β que assim como α^H oferece o seguro completo. Porém β oferece mais consumo em cada estado da natureza que α^H , desta forma se ambos estiverem a venda β e α^H os clientes alto e baixo risco vão comprar β . As companhias de seguro são incapazes de distinguir estes dois tipos de clientes pelo motivo da assimetria de informação e informação oculta, assim todos que demandarem β irão comprar β , desta forma os lucros serão negativos e o conjunto de contratos não será um equilíbrio.

Um contrato de equilíbrio possível para clientes de alto risco e de baixo risco seria o ponto α^L demonstrado na figura na intersecção de EL e \bar{U}^H onde o conjunto (α^H, α^L) é o único possível equilíbrio para o mercado com clientes de alto e baixo risco, porém ainda pode não ser um equilíbrio se fossemos observar uma outra opção de contrato λ .

“This establishes that a competitive insurance market may have no equilibrium”.
(ROTHSCHILD; STIGLITZ, 1976, p. 637).

3 MERCADO BRASILEIRO DE SEGUROS PRIVADOS

O capítulo presente busca trazer uma visão geral do seguro no mercado brasileiro privado, de forma a apresentar a principal composição, órgãos regulamentadores e profissionais do ramo.

Conforme Brand (2011), o mercado brasileiro de seguros é mensurado pelo volume de prêmios emitidos e a fração de sua participação sobre o Produto Interno Bruto - PIB Nacional. No entanto não são desconsiderados na análise os planos privados de saúde, previdência fechada, previdência social, Sistema Único de Saúde - SUS, seguro-desemprego e o Seguro Obrigatório de Danos Pessoais Causados por Veículos Automotores de Vias Terrestres - DPVAT.

Entender seu funcionamento, sua estrutura e sua regulação é importante para que tenhamos um mercado eficiente, e bem regulado, visto o produto aqui ser o risco, incerto e futuro que independe da vontade das partes. Peres, Maldonado e Candido (2019) realizam um estudo para analisar a concentração do mercado de seguros automobilístico, tal estudo traz à tona a importância da regulação do mercado, onde verificou-se que o Brasil teve uma baixa concentração no período de 2001 a 2016, por meios de análise de índices de concentração clássico da literatura, “a concentração de mercado é um dos aspectos mais relevantes quando se deseja avaliar comportamentos anticompetitivos ou formação de cartéis, implícitos ou explícitos” (PERES; MALDONADO; CANDIDO, 2019, p. 398). Segundo o autor estes comportamentos podem elevar muito o prêmio dos seguros, diminuindo o bem-estar dos consumidores e tornando assim a regulação do setor necessária.

Para entender a composição deste mercado vamos tratar do Sistema Nacional de Seguros Privados que foi instituído pelo Decreto-Lei nº 73, de 21 de novembro de 1966 - alterado pela Lei nº 9.656/98 e Lei nº 10.190/2001, ele rege as operações de seguros e de resseguro. O sistema nacional é integrado pelo Conselho Nacional de Seguros Privados (CNSP), Superintendência de Seguros Privados (SUSEP), sociedades autorizadas a operar em seguros privados e capitalização, entidades abertas de previdência complementar e corretores de seguros habilitados, Confederação Nacional das Seguradoras - CNSEG (2022).

Figura 6 – Sistema Nacional de Seguros Privados



Fonte: CNSEG (2022)

O Conselho Nacional de Seguros Privados (CNSP), é um colegiado que reúne os representantes do Ministério da Economia, da Susep, do Banco Central do Brasil, da Comissão de Valores Monetários (CVM), para definir diretrizes e normas da política de seguros privados.

A Superintendência de Seguros Privados (SUSEP), é o órgão responsável pelo controle e fiscalização do mercado de seguros e resseguro, capitalização e previdência privada aberta. Ela está vinculada ao Ministério da Economia e foi criada pelo Decreto-lei nº 73, de 21 de novembro de 1966. Sua missão é de desenvolver os mercados supervisionados e assegurar os direitos do consumidor. Frente esta esfera, direito do consumidor, decidimos por trazer a importância do sistema jurídico neste conjunto, Penido e Mata (2012) em seu trabalho sobre a Proibição de Discriminação de Preço por Gênero nos Contratos de Seguros: Análise Econômica da Decisão do Tribunal da União Europeia, trazem a análise e estudo da aplicabilidade do princípio da igualdade e proibição de discriminação nas relações jurídicas privadas, que dizem respeito a diferenciação de prêmio de acordo com o gênero do motorista. Conforme o autor foi constatado que a adoção do gênero como fator de cálculo de risco pode ser lícita desde que esteja suficientemente alicerçada em dados estatísticos e atuariais, onde comprove através dos dados uma diferença de maior e menor risco entre os gêneros.

Em determinados casos, o sexo pode ser um fator determinante na avaliação do risco contratual, situações nas quais, quando restar estatística ou cientificamente comprovada a existência de diferentes graus de risco entre homens e mulheres, a adoção de preços de prêmios diferenciada será legítima. De fato, o entendimento adotado pelo Tribunal da União Europeia provoca distorções e coloca em risco o equilíbrio econômico-financeiro da relação contratual, ao impedir que as empresas de seguro calculem os reais riscos contratuais de sua atividade e fixem um preço adequado (PENIDO; MATA, 2012, p. 1).

A decisão proferida do tribunal de justiça da União Europeia, na premissa de se estar protegendo o direito fundamental à igualdade, acarretou indesejável efeito no mercado de seguros europeu, pois proibindo a adoção do gênero como parâmetro de risco, fez com que acarretasse uma elevação de prêmios afetando alguns grupos de segurados. Diante do artigo do autor podemos ver que há um conjunto de normas e instituições que podem afetar a parte técnica securitária e a composição deste mercado.

Como visto, além do Ministério da Economia do CNSP e da SUSEP, também temos como componente do Sistema Nacional de Seguros Privados, os corretores de seguros que trataremos na próxima seção, os resseguradores e as sociedades seguradoras. Conforme Brand (2011), embora não façam parte do Sistema Nacional de Seguros Privados, os segurados, os beneficiários e os estipulantes são figuras importantes nos contratos de seguros, logo sua definição se faz importante:

- a) segurado: o proponente, pessoa física ou jurídica, remete para a seguradora uma proposta de seguros com a intenção de transferir seu risco para a seguradora e pagar o prêmio em contrapartida. É comum observarmos que a proposta de seguros seja impressa no formato do modelo da seguradora, inclusive utilizando seu layout e constando sua logo marca, visto o cálculo do seguro ser feito hoje de forma digital na plataforma destas seguradoras. Os corretores preenchem as coberturas desejadas pelo segurado, seu perfil de risco, as características do veículo, no portal da seguradora geralmente, e apresentam o orçamento para o proponente, e a partir da escolha do proponente imprimem a proposta para o proponente assinar, seu representante legal ou corretor habilitado, para daí sim transmitir para a seguradora que irá avaliar a aceitação do risco. Aceita a proposta dentro do prazo cabível por lei a apólice é emitida e o proponente passa a ser segurado em contrapartida ao pagamento do prêmio. A obrigação do pagamento do prêmio pelo segurado

- ficará vigente desde o dia de vencimento constante na apólice de seguros, ficando a apólice suspensa até sua quitação;
- b) beneficiário: “Pessoa física ou jurídica designada para receber os valores dos capitais segurados, na hipótese de ocorrência do sinistro” (SUSEP, 2022);
 - c) estipulante: “Pessoa física ou jurídica que propõe a contratação de plano coletivo, ficando investida de poderes de representação do segurado, nos termos da legislação e regulação em vigor” (SUSEP, 2022), esta figura de estipulante está ligada ao seguro de pessoas, não sendo praticado nos contratos do seguro automóvel;
 - d) resseguradores: conforme CNSEG (2022) a operação de resseguro é a operação no qual a cedente, seguradora, transfere a outro, total ou parcialmente, o risco assumido através da emissão da apólice de seguros. Pode ser uma apólice ou um conjunto delas. Desta forma o resseguro é uma forma de transferir o risco de uma seguradora para uma resseguradora através de contratos facultativos ou automáticos que visam manter a solvência dos seguradores através da dissolução do risco, ou pulverização do risco.

Com o fim do monopólio estatal sobre as operações de resseguro no Brasil, em 2008, as empresas privadas foram autorizadas a operar no setor, inclusive as resseguradoras internacionais, que podem ser classificadas como “admitidas” (sediadas no exterior, com escritório de representação no Brasil) ou “eventuais” (sediadas no exterior, sem escritório de representação no País, mas com cadastro na Susep para realização de operações). Já as resseguradoras estrangeiras com subsidiárias no Brasil, são classificadas como “locais”, tendo preferência para a subscrição de resseguros sobre as empresas admitidas e eventuais. As resseguradoras com sede em paraísos fiscais, entretanto, não estão autorizadas a operarem no Brasil (CNSEG, 2022).

As seguradoras são instituições organizadas sob forma de sociedade anônima, por ações nominativas, e são as únicas empresas autorizadas a operar no segmento de seguro privados, com exceção das cooperativas que operarão unicamente para seguros agrícola, de saúde e de acidente de trabalho, conforme o Decreto Lei Nº 73, de 21 de novembro de 1966 (BRASIL, 2022). “No contrato de seguro, a seguradora será parte responsável por, após analisar o risco e emitir a apólice, receber o prêmio do segurado e, em contrapartida, indenizá-lo em caso de ocorrência do evento previsto no contrato” (BRAND, 2011, p. 68).

Buscamos na base de dados utilizada neste trabalho o volume de prêmio ganho do ano completo de 2021 e classificamos por ordem decrescente as seguradoras com maior volume deste prêmio referente aos quatro ramos do seguro auto: 531, 553, 542 e 520, afim de listarmos as cinco primeiras seguradoras classificadas e suas respectivas participações temos como resultado: Porto Seguro Companhia de Seguros Gerais com 18,54%, Bradesco Auto/RE Companhia de Seguros com 11,56%, Tokio Marine Seguradora S.A com 10,24%, Azul Companhia de Seguros Gerais com 9,68% e Allianz Seguros S.A com 9,27%.

3.1 PROFISSIONAIS HABILITADOS

Dentre o conjunto de profissionais habilitados para operar no mercado de seguros privados citamos inicialmente um dos mais importantes para o mercado, o corretor de seguros. A profissão de corretor de seguros é regulada pela Lei nº 4.594, de 29/12/1964, alterada pela Lei nº 6.317 de 22/12/1975 e pela Lei 7.278 de 10/12/1984, BRASIL (2022). Conforme Ledo (2011) o mercado de seguro é composto por três agentes econômicos: a seguradora, o segurado e o corretor de seguros, o autor cita o seguro de automóveis, mas se aplica a todos os ramos. O corretor de seguros é legalmente habilitado, registrado na Superintendência de Seguros Privados, e é o intermediário legal entre seguradora e segurado, cabendo ao corretor apresentar ao segurado, ou futuro segurado, os possíveis contratos de seguros disponibilizados pelas seguradoras e garantir que seus termos sejam cumpridos por ambas as partes.

Conforme o autor, se observa nos dados de seguros de automóveis uma dispersão das taxas de comissão escolhida pelo segurado, desta forma as taxas de comissão definem o prêmio final cobrado pelo seguro, isso se pode observar na formação de cálculo de prêmio comercial. Tão importante a comissão sobre o prêmio final cobrado do segurado que o trabalho do autor se pôs sobre o modelo de valor esperado da taxa de comissão, sendo a taxa de comissão uma função decrescente do prêmio mínimo requerido pela seguradora. Os resultados do trabalho do autor sugerem que os corretores cobram maiores taxas de comissão para segurados com maiores classes de bônus,

podendo ser resultado da fidelização do segurado nos primeiros anos para em seguida extrair mais excedente dos contratos.

Em resumo o corretor de seguros é o profissional que está à frente das operações, representando o segurado, e tendo contato diretamente com a equipe comercial da seguradora afim de trazer o melhor negócio e proteção para ambos.

Outro profissional que se faz presente no processo técnico da seguradora é o atuário, temos diversos profissionais com as mais diversas formações nas operações de seguros: economistas, contadores, administradores, engenheiros, advogados, cada um representando sua área de atuação, citamos o atuário pelo motivo de ser o responsável técnico pelos produtos comercializados pela seguradora, pelas provisões, e pela responsabilidade de assinar junto ao contador o balanço patrimonial. Este profissional está ligado diretamente a gestão do risco atuarial, conforme RODRIGUES (2008) qualquer ato de gestão, indiferente da técnica aplicada pelo profissional habilitado, deve requerer uma visão ampla de prudência principalmente na gestão de riscos, pois a partir de uma ação de gestão novos processos podem ocorrer ficando o gestor sem o necessário controle. Conforme o Instituto Brasileiro de Atuária:

O Atuário é o profissional preparado para mensurar e administrar riscos, uma vez que a profissão exige conhecimentos em teorias e aplicações matemáticas, estatística, economia, probabilidade e finanças, transformando-o em um verdadeiro arquiteto financeiro e matemático social capaz de analisar concomitantemente as mudanças financeiras e sociais no mundo. (IBA, 2022)

“Atuários, não raramente, são considerados conservadores. Esse conceito está associado a princípios, metodologias, e padrões por eles adotados para cálculo de provisões matemáticas, prêmios de seguros e fluxos de caixa previdenciais” (RODRIGUES, 2008, p.11). A regulamentação da profissão foi instituída pelo decreto-lei Nº 806 de 04 de setembro de 1969, BRASIL (2022).

4 SEGURO AUTO

O setor de seguros no Brasil tem sua real relevância na economia, conforme SUSEP (2021) as receitas do segmento atingiram patamar de R\$ 92,69 bilhões de prêmio nos quatro primeiros meses de operação em 2021, sendo 15,1% maior que o mesmo período de 2020, onde a receita foi de R\$ 80,51 bilhões. Os seguros de danos foram responsáveis por 29,1% das arrecadações e o seguro de pessoas responsável por 58,3%, onde a fatia percentual restante refere-se a previdência e capitalização. AMORIN (2019) utilizando dos dados do sistema AUTOSEG – SUSEP referente ao primeiro semestre de 2018, observou que o mercado de seguros apresentava 16 milhões de veículos expostos aos riscos, de colisão incêndio e roubo, sendo estes divididos em 41 regiões e o mercado de seguros do nordeste brasileiro representava 9% da exposição.

Em quaisquer contratos de seguros dois parâmetros são fundamentais: a taxa de risco e a indenização, onde as taxas de risco corretas são importantes para evitar problemas de assimetria de informação, e os métodos de acompanhamento do risco são importantes para controlar as perdas uma vez que as seguradoras se baseiam nas informações passadas das perdas para precificação do risco, Ozaki e Campos (2017).

A seguradora tem papel de garantir o interesse contratual, “por força do contrato de seguro e a sua inerente obrigação de garantia, o segurador ocupará a condição de garantidor do interesse legítimo do segurado e isso se dá em toda a vigência do contrato, ocorra o sinistro ou não,” (SILVA, 2013, p. 45) pois a não ocorrência do sinistro não significa que o seguro não foi utilizado, logo o segurador recebe o prêmio para garantir o interesse legítimo de forma que o segurado possa gozar de tranquilidade frente ao risco transferido.

4.1 DADOS - ANÁLISE GRÁFICA DE TENDÊNCIAS E REGRESSÕES

Analisar o mercado de seguros, seus componentes e suas tendências, é algo que traz muitas discussões e pontos de vista diferentes referente ao observador dos dados, logo há critérios justos de avaliação de performance do setor e que devem fazer parte da cultura das empresas do ramo. Desta forma o que se apresenta neste trabalho é a

avaliação dos dados públicos disponíveis pela Superintendência de Seguros Privados – SUSEP referente ao mercado segurador brasileiro, disponíveis no sítio eletrônico <http://novosite.susep.gov.br/>.

Há dois menus de pesquisa de dados utilizados neste trabalho, disponíveis no site. O primeiro trata do sistema SES – SUSEP, que é o Sistema de Estatísticas SUSEP, trazendo informações de prêmios de seguros, prêmios ganhos, prêmios emitidos, sinistros ocorridos, despesas comerciais, despesas e receitas de resseguro dos mais diversos ramos de seguros comercializados no Brasil, entre outros tipos de pesquisas não tratadas neste trabalho. O segundo menu trata-se do sistema AUTOSEG – Sistema de Estatísticas de Automóveis da SUSEP, onde estão disponíveis as bases de dados do ramo automóvel contendo as mais importantes informações de prêmios, sinistros e perfis de riscos expostos.

Nesta parte do trabalho utilizamos o menu do SES-SUSEP e na parte referente a simulação de prêmio de risco no item cinco deste trabalho utilizamos o sistema AUTOSEG – SUSEP.

A base de dados extraída do sistema nesta primeira análise contém 96 (noventa e seis) observações. Cada observação refere-se aos dados de um mês de operação de seguro, ou seja, o envio dos dados para a SUSEP das operações mensais de cada seguradora habilitada para operar no ramo, logo os dados observados contêm os meses de janeiro de 2014 até dezembro de 2021 incluindo os meses descritos nas pontas.

Os valores aqui apresentados consideram ajustes referente a inflação e foram ajustados ao mês de dezembro de 2021 pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor - IPCA geral conforme índice disponibilizado pelo IPEADATA (2022).

A base de dados de 96 observações contém 9 variáveis selecionadas para análise: Competência, Prêmio de Seguros, Prêmio Emitido, Prêmio Ganho, Despesa com Resseguro, Sinistro Ocorrido, Receita com Resseguro, Despesa Comercial e Sinistralidade, agrupando os ramos 531- Automóvel - Casco, 553 - Responsabilidade Civil Facultativa Veículos (RCFV), 520 - Acidentes Pessoais de Passageiros (APP) e 542 - Assistência e Outras Coberturas – Auto.

Abaixo glossário com a definição das principais variáveis (SUSEP, 2022):

- a) prêmio seguros: Prêmio Direto + Cosseguro Aceito – Cosseguro Cedido + RVNE + Convênio DPVAT;
- b) prêmio emitido: Bruto de Resseguro sendo = Prêmio Seguros + Retrocessões Aceitas + Recuperação de Custo Inicial de Contratação - Prêmio Cedido a Consórcios e Fundos;
- c) prêmio ganho: passou a ser bruto de Resseguro sendo = Prêmio Emitido + Variação das Provisões Técnicas;
- d) sinistros ocorridos: Bruto de resseguro sendo = Sinistros Avisados + Despesas + Parcela de Cosseguro Aceito – Parcela de Cosseguro Cedido - Salvados e Ressarcimentos + Serviços de Assistência + Variação das provisões Técnicas.

A variável Competência não listada acima refere-se ao mês e ano da observação, Despesa com Resseguro refere-se aos repasses para a operação de resseguro, Receita com Resseguro refere-se as recuperações com a operação de resseguro, Despesa Comercial refere-se aos valores de intermediação do corretor de seguros, e Sinistralidade é o percentual do sinistro na comparação com o prêmio ganho, OZAKI e CAMPOS (2017) definem sinistralidade como a divisão das indenizações pagas pelo prêmio total arrecadado na operação, utilizando dos dados disponíveis a sinistralidade será dada pela fórmula:

$$\text{Sinistralidade} = \frac{\text{Sinistro Ocorrido}}{\text{Prêmio Ganho}}$$

Os dados foram analisados no software Excel no formato .xlsx e foram adicionados aos dados as colunas de “media_movel_p.emitido_12m”, “media_movel_p.ganho_12m”, “media_movel_sinistro.ocorr_12m”, “sinistralidade_móvel_12m”, “sinistralidade_com_resseguro”, “comissionamento_formula” e “margem_formula” de forma a analisar os dados desejados:

- a) a variável “media_movel_p.emitido_12m” representa a média de cada período de 12 meses, que se desloca a cada nova observação, respeitando sempre os 12 meses anteriores observados, de modo a suavizar a curva gráfica de observações. Conforme THURMAN (2012), a maneira comum de resumir dados pode ser por encontrar a pontuação média, onde “a média é a soma das pontuações dividida pela quantidade de pontuações” (THURMAN, 2012, p. 5),

podendo ser escrita matematicamente como símbolo grego sigma (Σ) representando a soma e a letra minúscula n representando a quantidade de pontuações, aplicado em nosso trabalho sempre buscando períodos de 12 meses teremos sempre $n = 12$:

$$\text{Média de 12 meses} = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} x_i$$

Onde, x_i representa cada mês de observação da variável Prêmio Emitido. Ou seja, a primeira média representa os meses de janeiro de 2014 até dezembro de 2014, a segunda representa os meses de fevereiro de 2014 até janeiro de 2015, a terceira média é dos meses de março de 2014 até fevereiro de 2015, e assim por diante, representando a média móvel no período de 12 meses até o fim das 96 observações, ficando então a variável com 85 observações.

Os seguros de automóveis são seguros que são geralmente comercializados em períodos de 1 (um) ano, ficando o bem exposto ao risco durante este período junto a seguradora limitado a importância segurada contratada, este seguro começa a vigorar a partir das vinte e quatro horas do início de vigência especificado na proposta (SUSEP, 2022), por este motivo utilizamos o período de 12 meses como observação, quando completa o ciclo completo da apólice;

b) a variável “media_movel_p.ganho_12m” representa a média móvel de 12 meses da variável Prêmio Ganho, gerando 85 ($85 = 96 - 11$) observações de períodos de 12 meses anteriores:

$$\text{Média de 12 meses} = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} x_i$$

Onde, x_i representa cada mês de observação da variável Prêmio Ganho;

c) A variável “media_movel_sinistro.ocorr_12m” representa a média móvel de 12 meses da variável Sinistro Ocorrido, gerando 85 observações de períodos de 12 meses anteriores:

$$\text{Média de 12 meses} = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} x_i$$

Onde, x_i representa cada mês de observação da variável Sinistro Ocorrido;

- d) A variável “sinistralidade_móvel_12m” representa a média móvel de 12 meses da variável Sinistralidade, dada em percentual, gerando 85 observações de períodos de 12 meses anteriores:

$$\text{Média de 12 meses} = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} x_i$$

Onde, x_i representa cada mês de observação da variável percentual de Sinistralidade;

- e) a variável “sinistralidade_com_resseguro” representa a sinistralidade da operação levando em consideração as operações de resseguro. Euphasio e Carvalho (2022) explicam que o contrato de resseguro é um contrato acordado entre duas partes, o cedente (seguradora) junto a uma resseguradora, transferindo a esta o ônus da cobertura financeira, protegendo a seguradora de acumulação de sinistro de diversas apólices, sinistros graves e sinistro agregado de uma carteira, ou seja “Todas essas situações indesejadas, na ausência de proteção do resseguro, podem causar a falência da seguradora, que é responsável direta pela indenização ao segurado” (EUPHASIO; CARVALHO, 2022, p.3). A variável foi apurada com a seguinte formula mantendo as 96 observações dos 8 (oito) anos de operação:

Sinistralidade_com_resseguro

$$= \frac{\text{Sinistro Ocorrido}}{\text{Prêmio Ganho} + \text{Receita Resseguro} - \text{Despesa Resseguro}}$$

- f) a variável “comissionamento_formula” representa o percentual de despesas comerciais, de intermediação de corretores de seguros em relação ao prêmio ganho no mesmo período:

$$\text{Comissionamento_formula} = \frac{\text{Despesa Comercial}}{\text{Prêmio Ganho}}$$

A despesa comercial está incluída no prêmio comercial de seguros, de forma que “o prêmio comercial (π) corresponde ao prêmio puro acrescido do carregamento para as demais despesas da seguradora (α), incluída uma margem de lucro (FERREIRA, 2010, p. 2):

$$\pi = \frac{P}{1 - \alpha}$$

Onde,

P é o prêmio Puro,

α é o carregamento contendo o percentual de comissão/despesa comercial, lucro e demais carregamentos.

π é o prêmio comercial antes dos impostos (neste exemplo);

g) A variável “margem_formula” representa o valor percentual de resultado da operação, subtraindo do Prêmio Ganho as Despesas Comerciais e Sinistros Ocorridos:

$$\text{Margem} = \frac{\text{prêmio ganho} - \text{sinistro ocorrido} - \text{despesa comercial}}{\text{prêmio ganho}}$$

4.1.1 Prêmio Emitido

O gráfico abaixo apresenta a série temporal com observações mensais de janeiro de 2014 até dezembro de 2021, com 96 observações do prêmio emitido pelo mercado segurador brasileiro. O prêmio de seguros “é o valor que o segurado paga à seguradora pelo seguro para transferir a ela o risco previsto nas Condições Contratuais. Pagar o prêmio é uma das principais obrigações do segurado” (SUSEP, 2022). O prêmio emitido é indiferente ao tempo, ele é diferente do prêmio ganho que é apropriado no decorrer da vigência da apólice, ele é o valor total de cada apólice de seguros emitida pela seguradora no período observado dentro do mês de referência. O total emitido na amostra é de R\$

348,99 bilhões no decorrer dos 96 meses considerando o ajuste pelo IPCA, a média geral da amostra é de R\$ 3,64 bilhões mensais, com máximo de R\$ 4,74 bilhões em dezembro de 2014 e com mínimo de R\$ 2,85 bilhões em abril de 2020, a comparação da observação final em dezembro de 2021 representa 99,70% da primeira observação em janeiro de 2014. Observamos nos picos, pontos de máximo no gráfico, que a cada ano, no mês de dezembro, há um maior volume de prêmio emitido e que no mês de fevereiro de cada ano se observa o menor valor emitido do ano, estas sazonalidades podem se dar em razão do fechamento contábil das companhias seguradoras ao final do ano, como exemplo o adiantamento de renovações de apólices e mudanças na subscrição e aceitação de riscos ou a percepção de risco dos segurados frente a aquisição de novos veículos. Foi aplicado a média móvel na série a fim de tratar essas sazonalidades e suavizar a curva melhorando a visualização no gráfico.

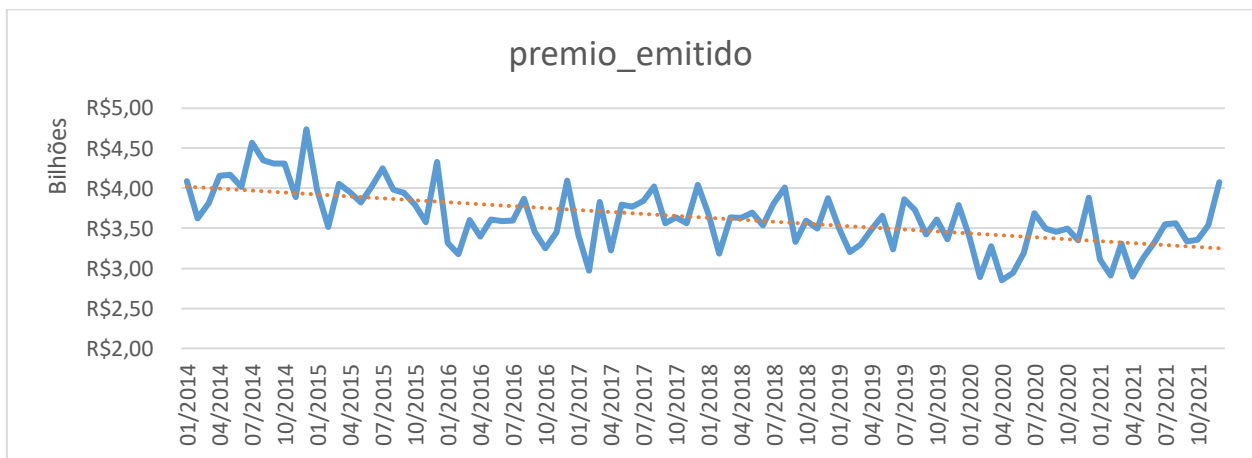
Observando o gráfico de média móvel de doze meses de prêmio emitido podemos observar graficamente uma tendência de decrescimento no prêmio emitido tendo quatro pontos de inflexão neste período observado, sendo a primeira queda aparente da média móvel em março de 2015 recuperando o crescimento a partir de fevereiro de 2017, voltando a cair a partir de abril de 2018 e recuperando o crescimento a partir de janeiro de 2021, visto que a queda considerável possível no ano de 2020 se deve a menor circulação dos veículos por conta da pandemia. A recuperação rápida atingiu R\$ 3,34 bilhões na última observação em dezembro de 2021.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2022) o PIB, que é a soma de todos os bens e serviços finais produzidos por um país, estado ou cidade, foi de R\$ 8,7 trilhões em 2021, o seguro auto com seus quatro principais ramos emitiu R\$ 38,27 bilhões (total geral do ano de 2021 sem correção inflacionária) representando assim 0,4399% do PIB no período, aproximadamente meio por cento.

A partir das variáveis observadas no gráfico, de prêmio emitido e média móvel de doze meses de prêmio emitido observou-se uma possível tendência de decrescimento, logo essa tendência temporal foi verificada a partir de Regressão Linear Simples nos dados de prêmios emitidos, Araújo e Silva (2018) utilizaram da metodologia para analisar a tendência de queda na sinistralidade de operadoras de saúde, onde a variável dependente do modelo (Y) era a variável em análise no estudo e a variável tempo em

anos a variável independente (X), de forma que o coeficiente angular do modelo (β_1) estimado fornecera a direção e a magnitude das flutuações. Aplicado a regressão linear simples em nossas observações com a variável dependente (Y) o prêmio emitido, e a variável independente (X) o tempo em meses, de forma que $Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$, e utilizando o software livre R para realizar as análises podemos analisar os resultados, “Para β_1 positivo, a série será caracterizada com uma tendência de crescimento. Já o sinal negativo de β_1 indicará uma tendência de decrescimento. Quando $\beta_1 = 0$ tem-se ausência de tendência” (ARAÚJO; SILVA, 2018, p. 4). Para realizar as análises adotou-se um nível de significância de 5%. Com P-valor inferior a 5% consideramos o resultado significativo, o coeficiente β_1 apresentou resultado negativo de R\$ 8,10 milhões reduzidos a cada mês com β_0 de R\$ 4,03 bilhões, apresentando assim tendência de decrescimento pelo modelo.

Gráfico 1 - Série Temporal Prêmio Emitido



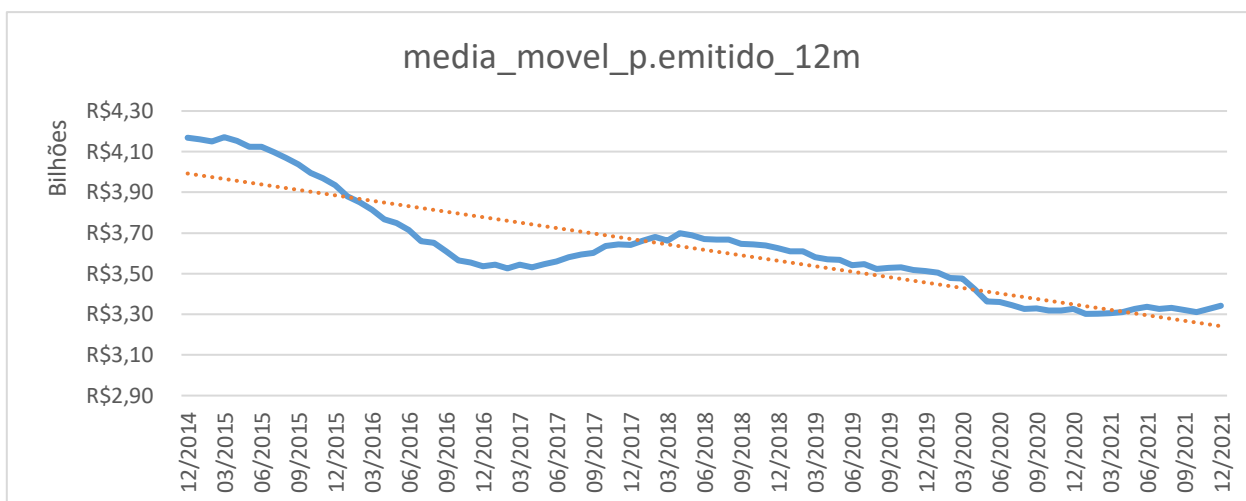
Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 1 - Avaliação da tendência das séries temporais – Prêmio Emitido (Brasil, 2014-2021).

Variável	β_0	β_1	P-valor β_1
Prêmio Emitido	4.028.422.524	-8.105.486	0,0000

Fonte: Elaborado pelo autor

Gráfico 2 - Série Temporal Prêmio Emitido – Média Móvel



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1.2 Prêmio Ganho

O trabalho apresenta um estudo do prêmio ganho da mesma forma que o prêmio emitido na seção anterior, porém com as suas peculiaridades, visto que o prêmio ganho é consequência do prêmio emitido em períodos anteriores, ou seja, o prêmio ganho é a apropriação diária do prêmio emitido no decorrer da vigência da apólice e não tem ligação direta com o pagamento financeiro do boleto, ou outros meios de pagamento pelo segurado, com exceção de um possível cancelamento por inadimplência onde o prêmio deixaria de ser apropriado, conforme glossário SUSEP (2022) o prêmio ganho é bruto de resseguro e é representado pelo prêmio emitido somado as variações das provisões técnicas.

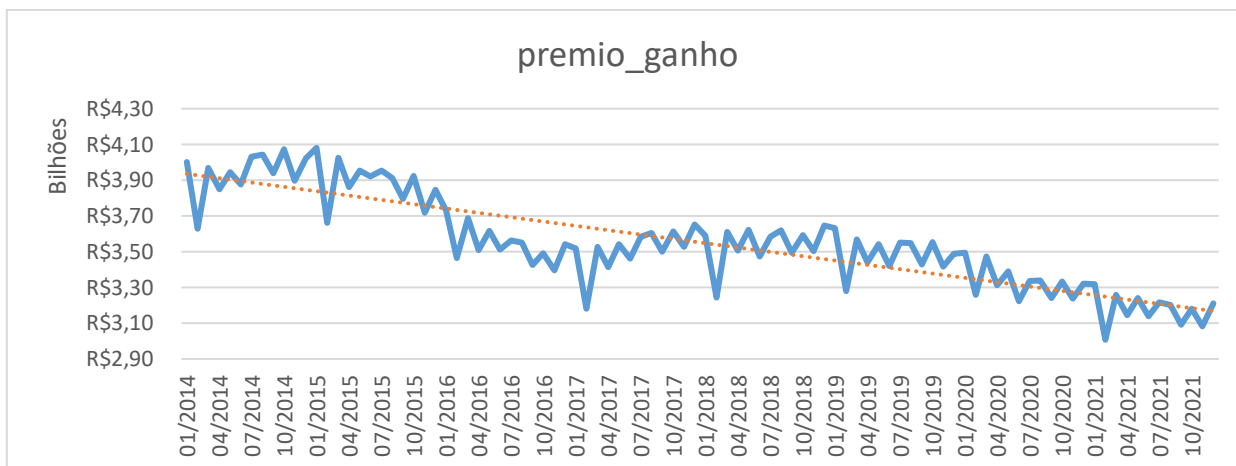
A série temporal apresenta 96 observações de prêmio ganho e 96 menos 11 observações para a média móvel de doze meses anteriores, resultando em 85 observações.

Da mesma forma que observado no prêmio emitido o prêmio ganho apresenta uma possível tendência de decréscimo no decorrer do tempo, podendo ser melhor observado no gráfico de média móvel, que foi tratado para as sazonalidades que ocorrem sempre no mês de fevereiro de cada ano, devido a uma menor produção nestes meses pela seguradora como visto anteriormente podem se dar em razão do fechamento contábil das companhias seguradoras ao final do ano, como exemplo o adiantamento de renovações de apólices e mudanças na subscrição e aceitação de riscos ou a percepção de risco dos segurados frente a aquisição de veículos neste período.

O total ganho na amostra é de R\$ 340,97 bilhões no decorrer dos 96 meses considerando o ajuste pela inflação, a média geral da amostra é de R\$ 3,55 bilhões mensais, com máximo de R\$ 4,08 bilhões em janeiro de 2015 e com mínimo de R\$ 3,01 bilhões em fevereiro de 2021. A comparação da observação final em dezembro de 2021 nos mostra que a emissão mensal foi 80,26% da primeira observação em janeiro de 2014. O comparativo da última observação da série de prêmio emitido e prêmio ganho nos mostra que o prêmio emitido foi 26,99% maior que o prêmio ganho em dezembro de 2021.

A partir das variáveis observadas no gráfico, de prêmio ganho e média móvel de doze meses de prêmio ganho observou uma possível tendência de decréscimo, logo essa tendência temporal foi verificada a partir de Regressão Linear Simples nos dados de prêmio ganho. Aplicado a regressão linear simples em nossas observações com a variável dependente (Y) o prêmio ganho, e a variável independente (X) o tempo em meses, de forma que $Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$, e utilizando o software livre R para realizar as análises podemos analisar os resultados, para β_1 positivo, a série será caracterizada com uma tendência de crescimento, para o sinal negativo de β_1 indicará uma tendência de decréscimo e quando $\beta_1 = 0$ tem-se ausência de tendência. Para realizar as análises adotou-se um nível de significância de 5%. Com P-valor inferior a 5% consideramos o resultado significativo, o coeficiente β_1 apresentou resultado negativo de R\$ 8,08 milhões reduzidos a cada mês com β_0 de R\$ 3,94 bilhões, apresentando assim tendência de decréscimo pelo modelo.

Gráfico 3 - Série Temporal Prêmio Ganho



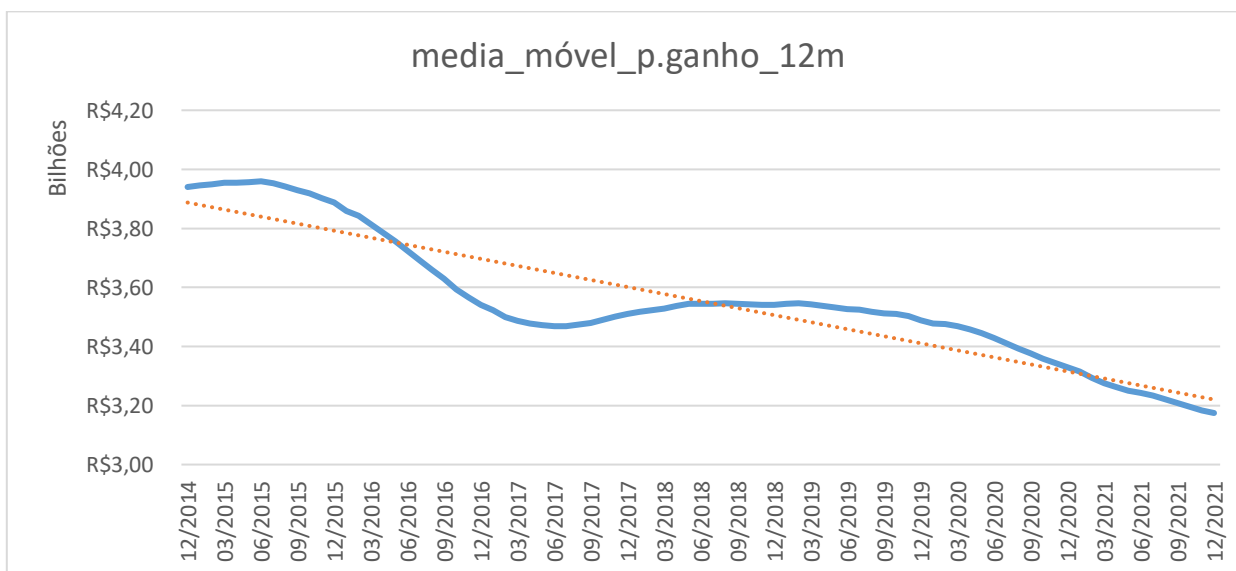
Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 2 - Avaliação da tendência das séries temporais – Prêmio Ganho (Brasil, 2014-2021)

Variável	β_0	β_1	P-valor β_1
Prêmio Ganho	3.943.569.352	-8.077.759	0,0000

Fonte: Elaborado pelo autor

Gráfico 4 - Série Temporal Prêmio Ganho – Média Móvel

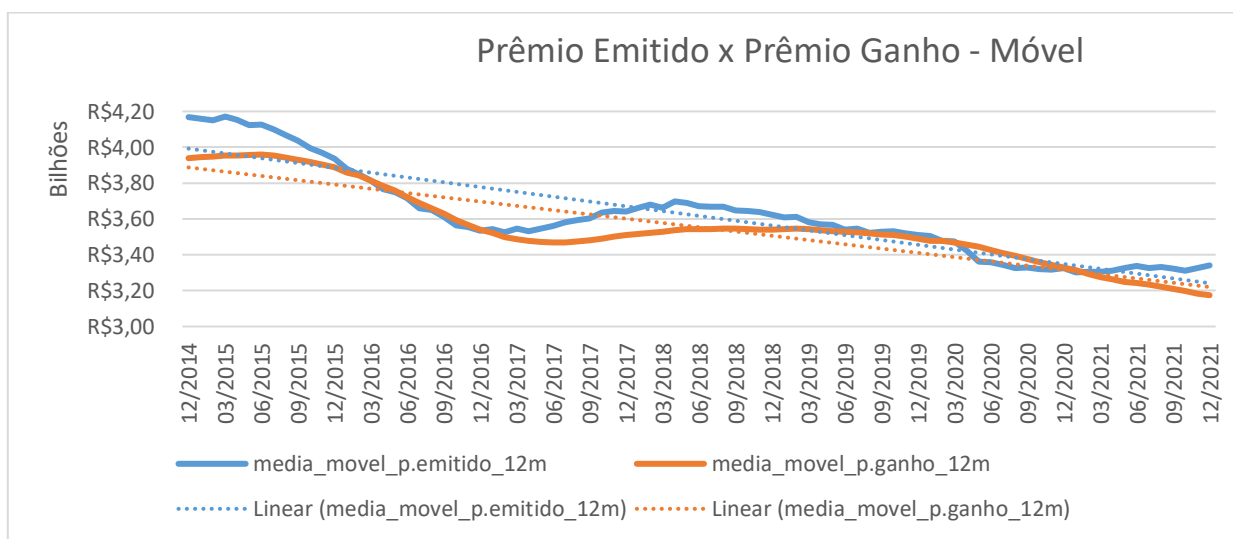


Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1.3 Prêmio Emitido e Prêmio Ganho

Nas seções anteriores analisamos os gráficos e as tendências do prêmio emitido e prêmio ganho no decorrer dos meses na série temporal, de qualquer forma vale avaliar o gráfico do comparativo entre as duas séries visto uma série ser a apropriação diária da outra, de modo a observar uma queda ou decréscimo na produção. Se observarmos que o seguro geralmente tem vigência de 12 meses, podemos pensar na sua apropriação mensal, de forma que o total de uma emissão no mês vai representar em prêmio ganho uma fração de 1/12 avos ou 8,33% desta emissão. Utilizando desta lógica observamos as linhas contínuas azuis e laranjas no gráfico abaixo, onde esperamos que um mercado de seguros em crescimento tenha sua linha de prêmio ganho (laranja) sempre abaixo do prêmio emitido (azul), logo se observarmos o contrário, a linha de prêmio ganho ultrapassando os limites da linha de prêmio emitido temos o significado de uma queda na produção ou seja uma queda na emissão de prêmio no período anterior. De um modo geral no gráfico observamos que em certos pontos de observação a linha de prêmio ganho ultrapassou a linha de prêmio emitido, justificando que nos períodos imediatamente anteriores, respeitando as vigências das apólices, a produção teve uma queda.

Gráfico 5 - Série Temporal Prêmio Emitido e Prêmio Ganho



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1.4 Sinistro Ocorrido e Sinistralidade

A sinistralidade é um dos principais indicadores de performance do setor de seguros, pois o sinistro é materialização do risco, e através de seu histórico que as probabilidades e precificação do risco são apuradas, de modo que o valor cobrado pelo seguro seja suficiente para pagar os sinistros e manter o lucro da seguradora. Ferreira (2010) descreve o método de tarifação, onde é possível que a tarifa seja atualizada em função da sinistralidade, porém devemos ter muito cuidado, pois quaisquer mudanças nas taxas do seguro não são refletidas na sinistralidade atual, pois não são as taxas utilizadas no período inicial de análise, se as taxas de risco sofrerem aumento a sinistralidade reduzirá e se sofrerem queda a sinistralidade aumentará. A sinistralidade deve sempre estar entre zero e um, sendo que valores próximos de um já significam prejuízo na operação, uma vez que o prêmio, “[...] é um elemento de extrema importância no contrato de seguro, haja vista que ele representa a prestação do segurado pela assunção dos riscos predeterminados assumidos pelo segurador” (SILVA, 2013, p. 57), e deve ser suficiente para pagar os sinistros, despesas administrativas, corretagem, lucro da seguradora e demais despesas.

Além disso, os prêmios recebidos pelos seguradores acabam por constituir um fundo comum para a própria articulação do mercado segurador. Sem o prêmio, não haverá recursos suficientes para o pagamento dos sinistros, despesas de administração, dividendos para os acionistas das sociedades seguradoras etc. (SILVA, 2013, p. 57)

Silva (2013), descreve a importância da Indenização ou pagamento do Capital Segurado, esta distinção se dá entre os seguros de pessoas, conhecidos como seguro de acidentes pessoais ou seguro de vida, e o seguro de danos onde chamamos de Indenização. Os sinistros e sinistralidade aqui tratados são as possíveis indenizações avisadas no período analisado e o pagamento do capital segurado nos seguros de acidentes pessoais de passageiros. Estes valores limites de indenização estão obrigatoriamente impressos na apólice de seguros, podendo o ramo de casco ser contratado por valor determinado, valor de mercado referenciado ou outra opção clara

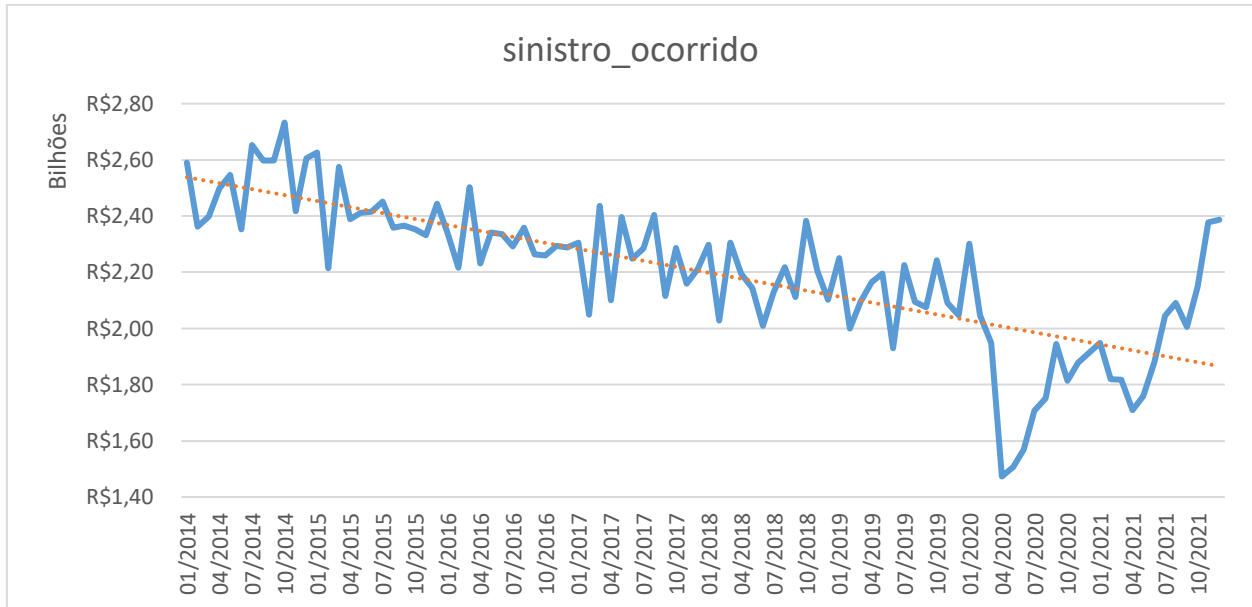
estipulada nas condições do seguro conforme estabelecido na Circular SUSEP nº 639, de 09 de agosto de 2021.

Observando o gráfico de sinistro ocorrido podemos ver uma possível tendência de redução no valor monetário avisado mensalmente, pois como vimos na seção anterior o prêmio emitido ajustado pela inflação reduziu que por consequência pode gerar uma redução do sinistro avisado, não há aqui um estudo da evolução da exposição no decorrer dos anos, onde um número maior de exposição poderia gerar mais sinistros. O aumento da exposição ao risco pode gerar aumento nos sinistros avisados, mas não necessariamente na sinistralidade que é a fração que representa o sinistro avisado pelo prêmio ganho. Para uma melhor visualização do gráfico, com o objetivo de suavizar a curva, aplicamos a média móvel de doze meses na série, passando de 96 observações para 85 observações. É observado no gráfico o decrescimento do sinistro avisado até a observação do mês de fevereiro de 2020 no valor de R\$ 2,05 bilhões, e uma queda profunda após este período atingindo o menor valor em abril de 2021 com R\$ 1,47 bilhões de sinistro avisado mensal, uma redução de 28,29% no comparativo dos dois meses. Os sinistros avisados têm média mensal de R\$ 2,20 bilhões, com máximo de 2,73 bilhões em outubro de 2014 e mínimo de R\$ 1,47 bilhões em abril de 2020.

A partir das variáveis observadas no gráfico, de sinistro avisado e média móvel de doze meses do sinistro avisado observou uma possível tendência de decrescimento, logo essa tendência temporal foi verificada a partir de Regressão Linear Simples nos dados de sinistro ocorrido. Aplicado a regressão linear simples em nossas observações com a variável dependente (Y) o sinistro ocorrido, e a variável independente (X) o tempo em meses, de forma que $Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$, e utilizando o software livre R para realizar as análises podemos analisar os resultados: para β_1 positivo, a série será caracterizada com uma tendência de crescimento, para o sinal negativo de β_1 indicará uma tendência de decrescimento e quando $\beta_1 = 0$ tem-se ausência de tendência. Para realizar as análises adotou-se um nível de significância de 5%. Com P-valor inferior a 5% consideramos o resultado significativo, o coeficiente β_1 apresentou resultado negativo de R\$ 7,08 milhões reduzidos a cada mês com β_0 de R\$ 2,55 bilhões apresentando assim tendência de decrescimento pelo modelo. Há uma possível quebra estrutural nos dados a partir de março/2020 desta forma rodamos a regressão nos dados de janeiro/2014 até março/2020

para verificar a diferença entre a regressão da série completa e da série até este período. Na série parcial β_1 apresentou resultado negativo de R\$ 6,43 milhões deduzidos a cada mês com β_0 de R\$ 2,54 bilhões apresentando também tendência de decrescimento pelo modelo, porém agora a inclinação da reta da regressão linear se tornou mais íngreme.

Gráfico 6 - Série Temporal Sinistro Ocorrido



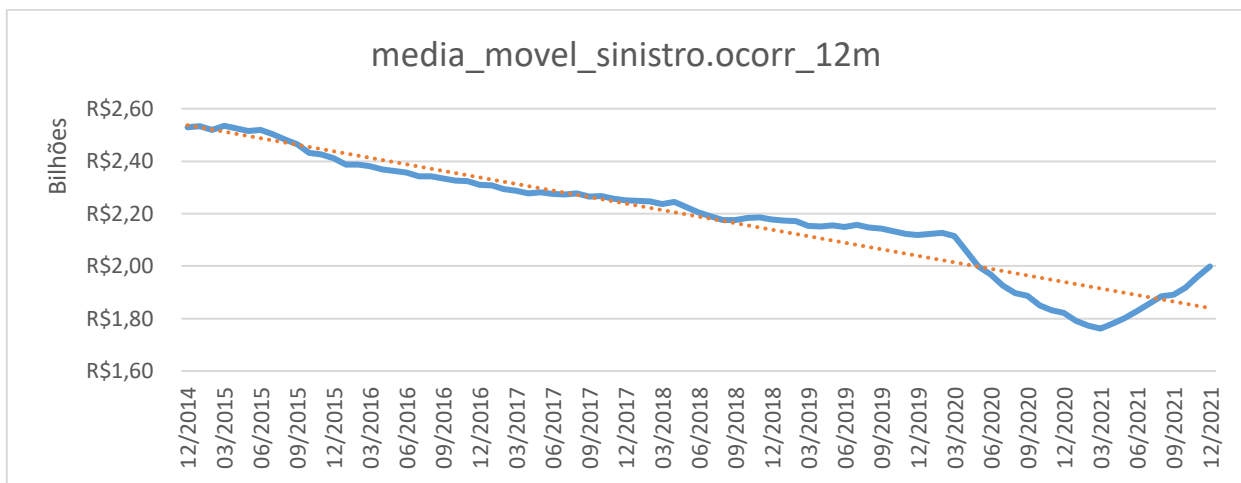
Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 3 - Avaliação da tendência das séries temporais – Sinistro Ocorrido (BRASIL, 2014-2021)

Variável	β_0	β_1	P-valor β_1
Sinistro Ocorrido - Série Completa	2.545.303.874	-7.079.451	0,0000
Variável	β_0	β_1	P-valor β_1
Sinistro Ocorrido - Série Parcial	2.535.541.190	-6.428.006	0,0000

Fonte: Elaborado pelo autor

Gráfico 7 - Série Temporal Sinistro Ocorrido – Média Móvel



Fonte: Elaborado pelo autor.

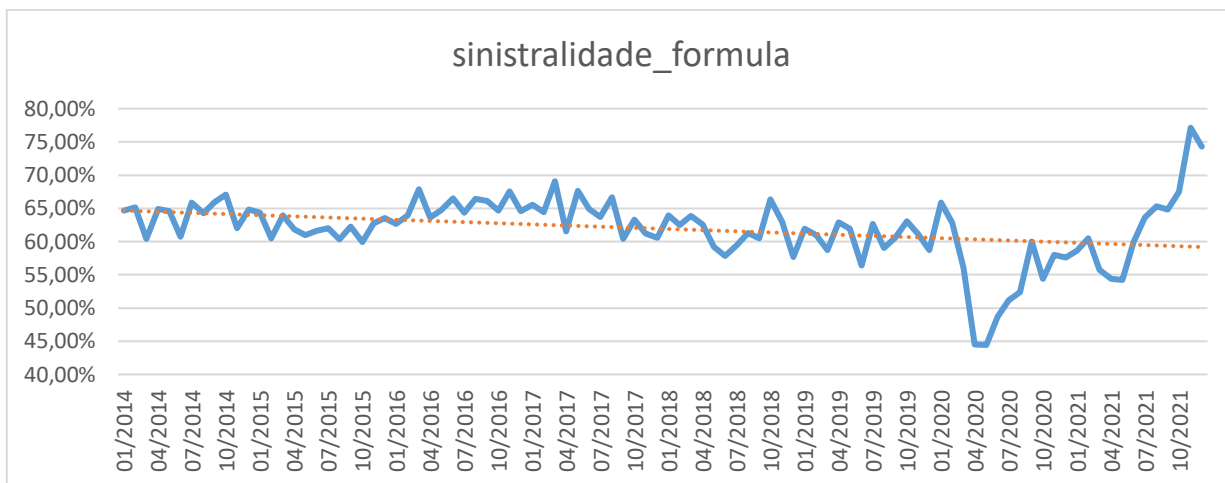
Seguindo a análise dos dados de sinistros, utilizamos as observações de sinistro avisado e prêmio ganho para calcular a sinistralidade mensal, de forma que a sinistralidade seja o divisão do sinistro mensal pelo prêmio ganho mensal e apresentado em percentual no gráfico de sinistralidade abaixo. Visto o prêmio ganho ter apresentado tendência de decréscimo e o sinistro ter apresentado tendência de decréscimo, a fração da divisão tem uma aparência de possível queda no decorrer dos meses e um pico de recuperação de crescimento a partir de maio de 2020. Se observarmos que os sinistros tiveram sua queda de avisos a partir do início do ano de 2020, período de início da pandemia, podemos associar a queda do aviso por motivos da queda da exposição dos veículos, ou seja uma grande parte dos veículos com seguro são estavam sendo utilizados pelos proprietários neste período. Para uma melhor análise dos dados utilizamos da média móvel da sinistralidade, ela não é a média aritmética dos percentuais de sinistralidade mas sim a divisão do sinistro médio pelo prêmio ganho médio utilizados na seção anterior. Além de melhorar a visualização gráfica, temos uma sinistralidade com doze meses de observações, que em geral é o período de vigência completa de uma apólice, ou seja exposição completa em 100%. No ano seguinte ao início da pandemia em 2020, vimos um salto na sinistralidade, período este que os veículos voltaram a ser utilizados e os preços dos seguros passaram a ser mais competitivos com taxa de risco menor no período, prêmio ganho ainda não apropriado e o aumento da exposição ao risco

podem ter refletido o aumento na sinistralidade. O trabalho aqui não busca o motivo próprio das causas da sinistralidade mas demonstrar nos gráficos e na regressão o comportamento que assumiu.

É observado no gráfico o decréscimo da sinistralidade média até a observação do mês de março de 2021 no valor de 53,77%, e aumento após este período atingindo o valor de 62,96% em dezembro de 2021, uma diferença de aproximadamente 9,19 pontos percentuais no comparativo dos dois meses. A sinistralidade tem seu máximo de 65,71% em maio de 2017 e mínimo de 53,77% em março de 2021.

Observamos uma possível queda na sinistralidade, logo essa tendência temporal foi verificada a partir de Regressão Linear Simples nos dados de sinistralidade. Aplicado a regressão linear simples em nossas observações com a variável dependente (Y) a sinistralidade, e a variável independente (X) o tempo em meses, de forma que $Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$, e utilizando o software livre R para realizar as análises podemos analisar os resultados: para β_1 positivo, a série será caracterizada com uma tendência de crescimento, para o sinal negativo de β_1 indicará uma tendência de decréscimo e quando $\beta_1 = 0$ tem-se ausência de tendência. Para realizar as análises adotou-se um nível de significância de 5%. Com P-valor de 0,103% inferior a 5% consideramos o resultado significativo, o coeficiente β_1 apresentou resultado negativo de -0,05933% acrescido a cada mês com β_0 de 64,80% apresentando assim tendência de decréscimo pelo modelo. Há uma possível quebra estrutural nos dados a partir de março/2020 desta forma rodamos a regressão nos dados de janeiro/2014 até março/2020 para verificar a diferença entre a regressão da série completa e da série até este período. Na série parcial β_1 apresentou resultado negativo de -0,04805% acrescido a cada mês com β_0 de 64,76% apresentando também tendência de decréscimo pelo modelo, porém agora a inclinação da reta da regressão linear se tornou menos íngreme. P-valor de 0,0996%.

Gráfico 8 - Série Temporal Sinistralidade



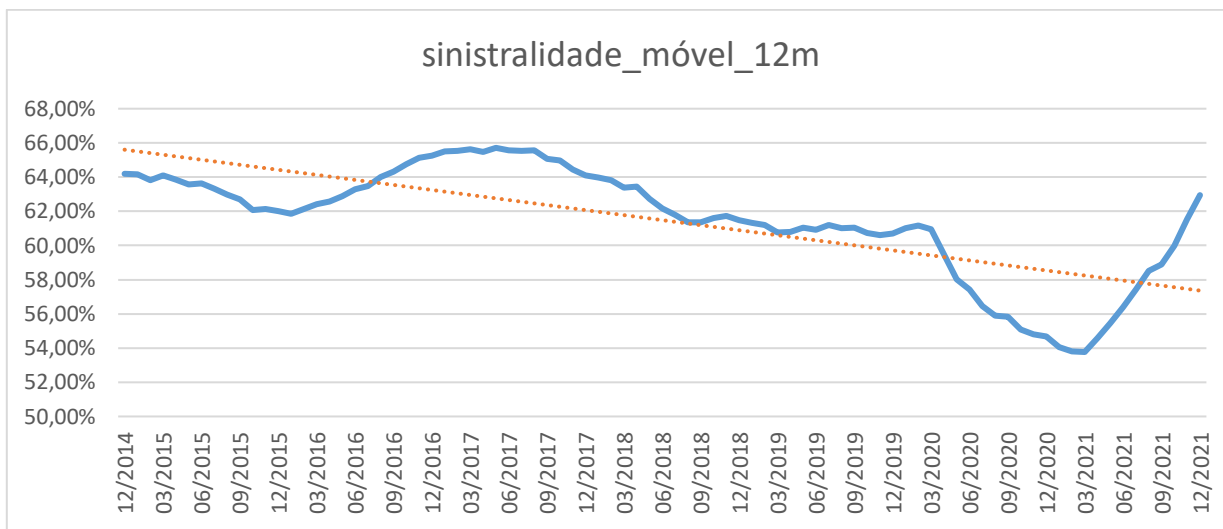
Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 4 - Avaliação da tendência das séries temporais - Sinistralidade (Brasil, 2014-2021)

Variável	β_0	β_1	P-valor β_1
Sinistralidade - Série Completa	0,6480439	-0,0005933	0,00103
Sinistralidade - Série Parcial	0,6475928	-0,0004805	0,000996

Fonte: Elaborado pelo autor

Gráfico 9 - Série Temporal Sinistralidade – média móvel



Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise da sinistralidade pode ser realizada na forma bruta utilizando os sinistros avisados no período e o prêmio ganho no período e também pode ser analisada utilizando das informações de repasses e recuperações com resseguro de forma que o prêmio ganho, antes do cálculo de sinistralidade, seja deduzido das despesas de resseguro e somadas as receitas com resseguro.

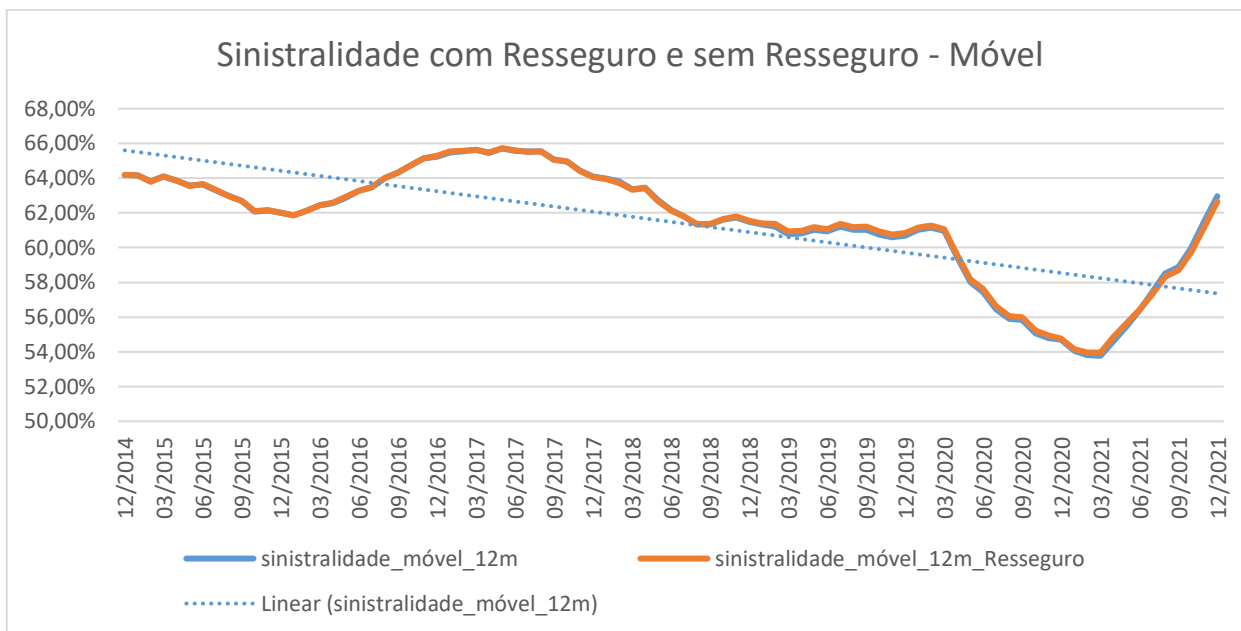
O lado da venda do mercado de seguros é dividido entre um segmento de varejo, que lida diretamente com os compradores finais, e um segmento atacadista, no qual seguradoras vendem o risco para terceiros. O segmento atacadista do mercado é conhecido como mercado de resseguro (VARIAN, 2015, p. 315).

De modo a retirar sazonalidades e suavizar a curva aplicamos a média móvel de doze meses nos dados, em todas as variáveis e na sequência calculamos a sinistralidade. O gráfico comparativo de linhas mostra percentuais muito próximos entre as duas sinistralidades, em alguns períodos de tempo as linhas se sobrepõem de forma que a diferença percentual seja pequena e seja difícil perceber graficamente. Estas características de sinistralidades similares podem nos demonstrar um correto planejamento dos contratos de resseguro de modo que a seguradora mantenha seus excedentes protegidos com a correta transferência do risco. A diferença máxima

percentual em módulo é de 0,33% em novembro de 2021 com média na série completa de 0,08%.

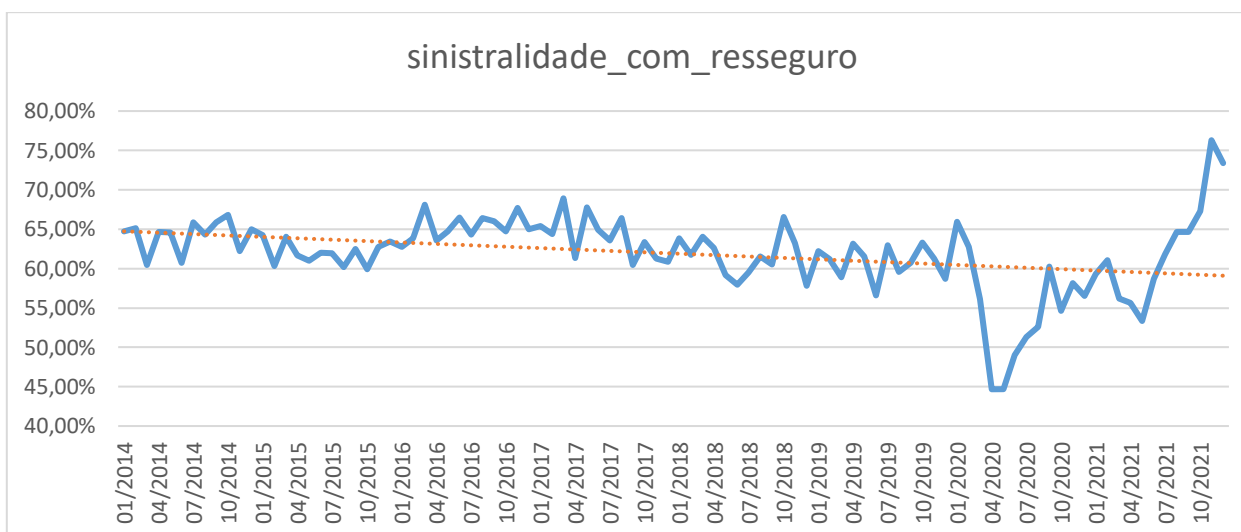
Da mesma maneira que fora observada a sinistralidade, a sinistralidade com resseguro também apresenta mudanças significativas apresentadas no gráfico no período após janeiro de 2020, durante o período de pandemia. Contudo ainda observamos uma possível tendência de queda. Essa tendência temporal foi verificada a partir de Regressão Linear Simples nos dados. Aplicado a regressão linear simples em nossas observações com a variável dependente (Y) a sinistralidade com resseguro, e a variável independente (X) o tempo em meses, de forma que $Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$, e utilizando o software livre R para realizar as análises podemos analisar os resultados: para β_1 positivo, a série será caracterizada com uma tendência de crescimento, para o sinal negativo de β_1 indicará uma tendência de decrescimento e quando $\beta_1 = 0$ tem-se ausência de tendência. Para realizar as análises adotou-se um nível de significância de 5%. Com P-valor de 0,06% inferior a 5% consideramos o resultado significativo, o coeficiente β_1 apresentou resultado negativo de $-0,05878\%$ reduzido a cada mês com β_0 de 64,81% apresentando assim tendência de decrescimento pelo modelo de meio por cento ao mês. Há uma possível quebra estrutural nos dados a partir de março/2020 desta forma rodamos a regressão nos dados de janeiro/2014 até março/2020 para verificar a diferença entre a regressão da série completa e da série até este período. Na série parcial β_1 apresentou resultado negativo de $-0,0443\%$ acrescido a cada mês com β_0 de 64,66% apresentando também tendência de decrescimento pelo modelo, porém agora a inclinação da reta da regressão linear se tornou menos íngreme. P-valor de 0,19%.

Gráfico 10 - Série Temporal Sinistralidade com Resseguro e Sem Resseguro - Móvel



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 11 - Série Temporal Sinistralidade com Resseguro



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 5 - Avaliação da tendência das séries temporais – Sinistralidade c/ Resseguro (Brasil, 2014-2021)

Variável	β_0	β_1	P-valor β_1
Sinistralidade com Resseguro - Série Completa	0,6480899	-0,0005878	0,0006
Variável	β_0	β_1	P-valor β_1
Sinistralidade com Resseguro - Série Parcial	0,6465766	-0,0004432	0,0019

Fonte: Elaborado pelo autor

4.1.5 Despesa comercial

A despesa comercial, é o valor pago aos corretores de seguro pela intermediação entre segurado e seguradora em um contrato de seguro, JRS Comunicação (ANTHONY, 2021) publicou matéria sobre a comemoração de 56 anos da profissão de corretor regulamentada pela Lei 4.594 de 1964, aprovada pelo Congresso Nacional e sancionada pelo presidente. É obrigatório a prévia obtenção do título de habilitação concedido pela SUSEP aos aprovados no exame da Escola Nacional de Seguros (ENS) para exercerem a profissão de corretor de seguros.

A despesa comercial é acrescida ao prêmio final do seguro, antes ao prêmio bruto, e pago pelo segurado. Ele é acrescido ao prêmio puro na operação, “O prêmio comercial (π) corresponde ao prêmio puro acrescido do carregamento para as demais despesas da seguradora (α), incluída uma margem para lucro” (FERREIRA, 2010, p. 2):

$$\text{Prêmio Comercial } (\pi) = \frac{\text{Prêmio de risco} * (1 + \text{carregamento de segurança})}{(1 - \alpha)}$$

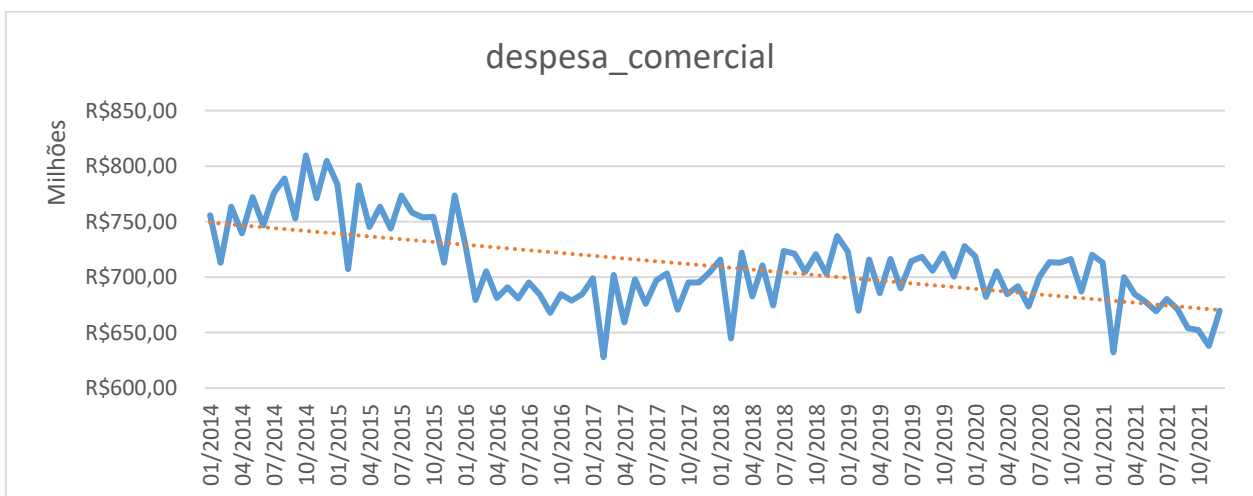
Como observado na seção de prêmio emitido e prêmio ganho, a produção no ramo de seguros auto tem decrescido no período observado se ajustado à inflação, entre altos e baixos possui uma tendência de decrescimento, e como dito anteriormente o valor de despesa comercial é agregado ao prêmio emitido e ao prêmio ganho, logo faz sentido observarmos no gráfico um decrescimento na despesa comercial no mesmo período. Essa visualização se trata do montante mensal em reais produzido pelo mercado

brasileiro, porém é importante observarmos em percentual qual o resultado da razão entre despesa comercial e prêmio ganho de forma a termos o comissionamento médio contábil da operação.

O total de despesa comercial na amostra é de R\$ 68,13 bilhões no decorrer dos 96 meses, que representa 19,98% do total de prêmio ganho, a média geral da amostra é de R\$ 709,69 milhões mensais, com máximo de R\$ 809,60 milhões em outubro de 2014 e com mínimo de R\$ 627,87 milhões em fevereiro de 2017.

Observamos um decrescimento na despesa comercial, logo essa tendência temporal foi verificada a partir de Regressão Linear Simples nos dados de despesa comercial. Aplicado a regressão linear simples em nossas observações com a variável dependente (Y) a despesa comercial, e a variável independente (X) o tempo em meses, de forma que $Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$, e utilizando o software livre R para realizar as análises podemos analisar os resultados: para β_1 positivo, a série será caracterizada com uma tendência de crescimento, para o sinal negativo de β_1 indicará uma tendência de decrescimento e quando $\beta_1 = 0$ tem-se ausência de tendência. Para realizar as análises adotou-se um nível de significância de 5%. Com P-valor inferior a 5% consideramos o resultado significativo, o coeficiente β_1 apresentou resultado negativo de R\$ 829,29 mil reduzidos a cada mês com β_0 de R\$ 749,91 milhões apresentando assim tendência de decrescimento pelo modelo.

Gráfico 12 - Série Temporal Despesa Comercial



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 6 - Avaliação da tendência das séries temporais – Despesa Comercial (Brasil, 2014-2021)

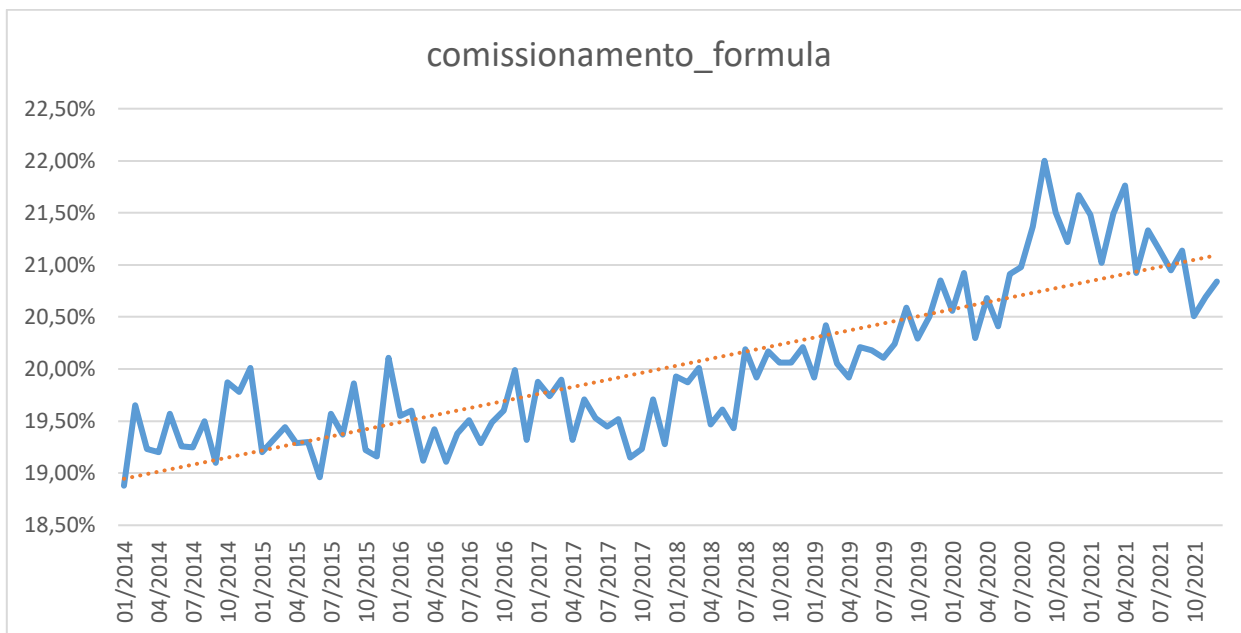
Variável	β_0	β_1	P-valor β_1
Despesa Comercial	749.911.827	-829.289	0,0000

Fonte: Elaborado pelo autor

Observando o gráfico de comissionamento percentual, vimos uma tendência de crescimento durante o período até junho de 2020 e um crescimento possivelmente mais acentuado nos três meses seguintes. O percentual máximo atingido neste período é de 22% em setembro de 2020 e o mínimo foi de 18,88% em janeiro de 2014, os percentuais permanecem próximos de 20,00%.

Observando o possível crescimento no comissionamento analisamos a tendência temporal a partir de Regressão Linear Simples nos dados. Aplicando a regressão linear simples em nossas observações com a variável dependente (Y) o comissionamento, e a variável independente (X) o tempo em meses, de forma que $Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$, e utilizando o software livre R para realizar as análises podemos analisar os resultados: para β_1 positivo, a série será caracterizada com uma tendência de crescimento, para o sinal negativo de β_1 indicará uma tendência de decrescimento e quando $\beta_1 = 0$ tem-se ausência de tendência. Para realizar as análises adotou-se um nível de significância de 5%. Com P-valor inferior a 5% consideramos o resultado significativo, o coeficiente β_1 apresentou resultado positivo de 0,0222% acrescido a cada mês com β_0 de R\$ 18,9% apresentando assim tendência de crescimento pelo modelo de 0,02% mensalmente.

Gráfico 13 - Série Temporal Comissionamento



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 7 - Avaliação da tendência das séries temporais - Comissionamento (Brasil, 2014-2021).

Variável	β_0	β_1	P-valor β_1
Comissionamento	0,189000	0,0002219	0,0000

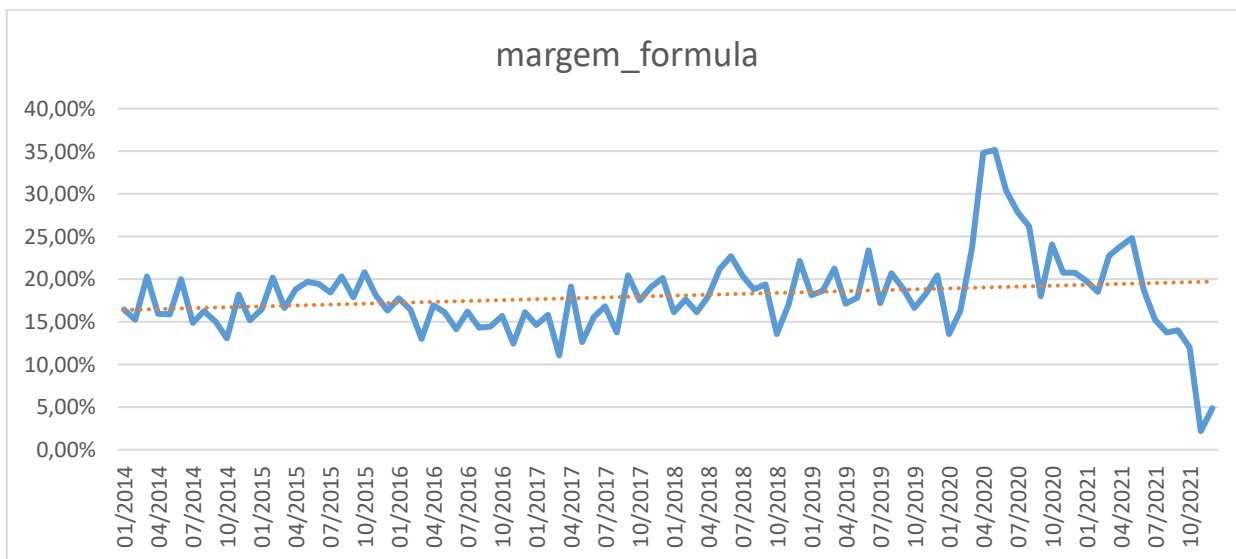
Fonte: Elaborado pelo autor

4.1.6 Margem

A margem do seguro nesta análise trata-se de um resultado parcial da operação com a comercialização do seguro frente as principais despesas: Sinistro e Despesa comercial. Estas são as variáveis disponível na base de dados utilizada e demonstram o resultado antes das deduções dos demais carregamentos de despesa administrativa, outras despesas e lucro. Esta avaliação é importante para vermos a totalidade das avaliações das seções anteriores, pois verificamos uma tendência de decrescimento no prêmio ganho, no sinistro avisado e na despesa comercial e uma tendência de redução na sinistralidade durante o período, apesar de não estarmos fazendo previsões no modelo, vimos um pico de aumento de sinistralidade no período final da série durante a pandemia, que pode se manter ou não dependendo das ações dos agentes no mercado,

como o aumento das taxas comerciais e mudanças na subscrição dos riscos. A margem máxima atingida no período foi de 35,15% em maio de 2020 e a mínima foi de 2,18% em novembro de 2021, ficando próximo da média de 18,06%. A regressão linear simples foi aplicada em nossas observações com a variável dependente (Y) a margem, e a variável independente (X) o tempo em meses, de forma que $Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$. Para realizar as análises adotou-se um nível de significância de 5%. Com P-valor de 3,06% inferior a 5% consideramos o resultado significativo, o coeficiente β_1 apresentou resultado positivo de 0,03738% acrescido a cada mês com β_0 de 16,2285% apresentando assim tendência de crescimento pelo modelo. Há uma possível quebra estrutural nos dados a partir de março/2020 desta forma rodamos a regressão nos dados de janeiro/2014 até março/2020 para verificar a diferença entre a regressão da série completa e da série até este período. Na série parcial β_1 apresentou resultado positivo de 0,03491% acrescido a cada mês com β_0 de 16,34% apresentando também tendência de crescimento pelo modelo, porém agora a inclinação da reta da regressão linear se tornou menos íngreme. P-valor de 1,28%.

Gráfico 14 - Série Temporal Margem



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 8 - Avaliação da tendência das séries temporais - Margem (Brasil, 2014-2021)

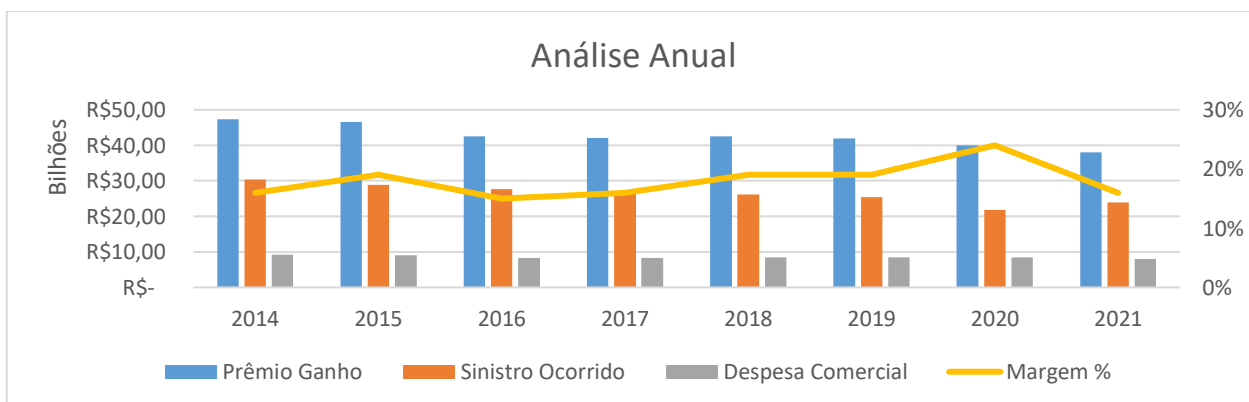
Variável	β_0	β_1	P-valor β_1
Margem - Série Completa	0,1622851	0,0003738	0,0306
Variável	β_0	β_1	P-valor β_1
Margem - Série Parcial	0,1633510	0,0003491	0,0128

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2 COMPARATIVO ANUAL E VARIAÇÕES

Os gráficos e tabelas abaixo mostram o comparativo anual dos oito anos completos dos dados do mercado segurador brasileiro, de forma a vermos as variáveis comparadas ano a ano das séries vistas nas seções anteriores e suas variações. O gráfico abaixo: Análise anual, representa a visualização dos montantes em reais de prêmio ganho, sinistro ocorrido, despesa comercial e margem em percentual. O prêmio ganho se mantém acima da linha de R\$ 30 bilhões durante os oito anos, com máximo ultrapassando R\$ 47 bilhões no ano de 2021. O sinistro ocorrido permanece abaixo do prêmio ganho em todos os períodos, ficando abaixo da linha de R\$ 25 bilhões apenas no ano de 2020 ano inicial da pandemia, em consequência a margem atinge seu melhor patamar neste mesmo ano em 2020 ultrapassando a linha dos 24%.

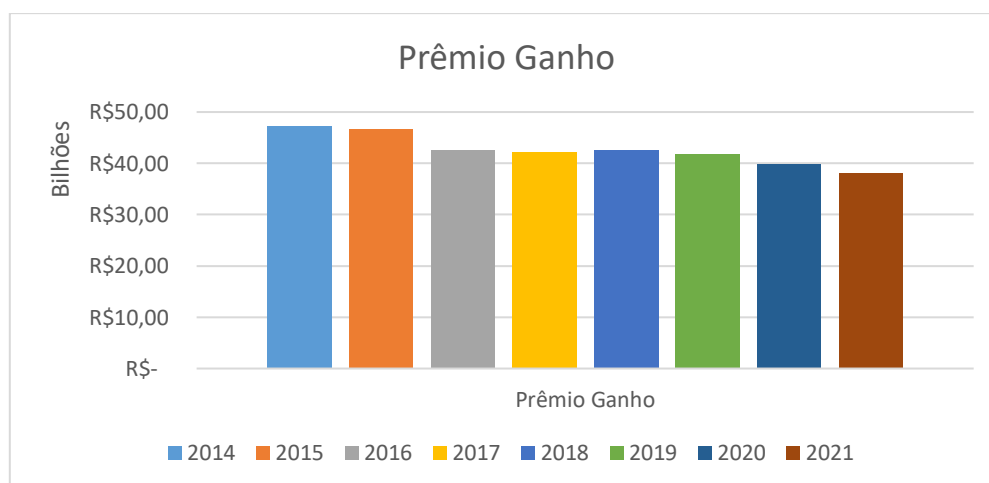
Gráfico 15 - Análise Anual



Fonte: Elaborado pelo autor.

O gráfico abaixo representa o comparativo anual do prêmio ganho dentre os anos de 2014 a 2021 completos, ou seja, os dados de cada ano de janeiro a dezembro. Observando o gráfico vimos uma redução do prêmio ganho no decorrer dos anos, visto os dados terem sido ajustados com a inflação no período, com ênfase ao ano de 2016 onde obteve uma queda de aproximadamente 8,9% na comparação com 2015, período este, conforme EL PAÍS (2017), confirmou a pior recessão na última década, com retração de 3,6% no PIB brasileiro em 2016. O ano de 2020 apresentou também uma queda na evolução do prêmio ganho de 4,56% no comparativo com o ano de 2019, logo 2016 representa maior queda percentual que o ano de 2020. O montante mínimo de prêmio ganho foi em 2021 com R\$ 38,09 bilhões e o montante máximo foi de R\$ 47,28 bilhões em 2014, com média de R\$ 42,62 bilhões nos oito anos. O total de prêmio ganho no período foi de R\$ 340,97 bilhões.

Gráfico 16 - Análise Anual – Prêmio Ganho



Fonte: Elaborado pelo autor.

O gráfico abaixo demonstra o montante de sinistro avisado nos anos de 2014 a 2021. Observamos uma decrescente evolução no decorrer dos anos com máximo de R\$ 30,4 bilhões em 2014 e mínimo de R\$ 21,9 bilhões em 2020 com média de R\$ 26,4 bilhões. O ano de 2020 apresenta o montante de R\$ 21,9 bilhões, uma redução de sinistro avisado de 14,01% na comparação com o ano de 2019. Logo o prêmio ganho obteve redução de 4,56% e o sinistro avisado uma redução de 14,01%, gerando uma redução da sinistralidade.

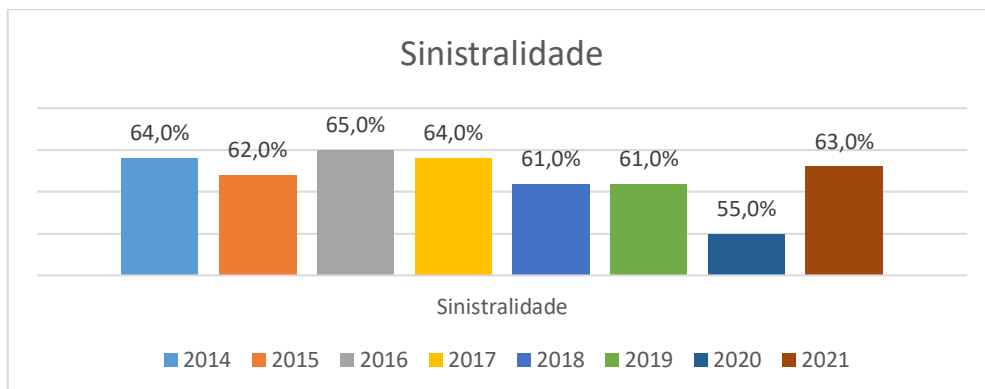
Gráfico 17 - Análise Anual – Sinistro Ocorrido



Fonte: Elaborado pelo autor.

O gráfico abaixo demonstra a sinistralidade anual apurada na operação, como visto anteriormente a sinistralidade depende diretamente do prêmio ganho e do sinistro ocorrido no período, logo a sinistralidade de 2020 obteve uma redução de seis pontos percentuais, ou seja, a maior variação observada. Apesar das vigências das apólices de seguro iniciarem a qualquer dia do ano vale a avaliação do resultado anual da operação, ainda mais que o prêmio ganho leva em consideração a exposição do veículo durante o período analisado. A sinistralidade máxima apresentada foi em 2016 de 65%, vimos que em 2016 tivemos a redução no prêmio ganho e do sinistro ocorrido, mas o sinistro ocorrido reduziu a taxas menores justificando uma maior sinistralidade, diferente do ocorrido em 2020. O percentual mínimo de sinistralidade foi no ano de 2020 com 55%.

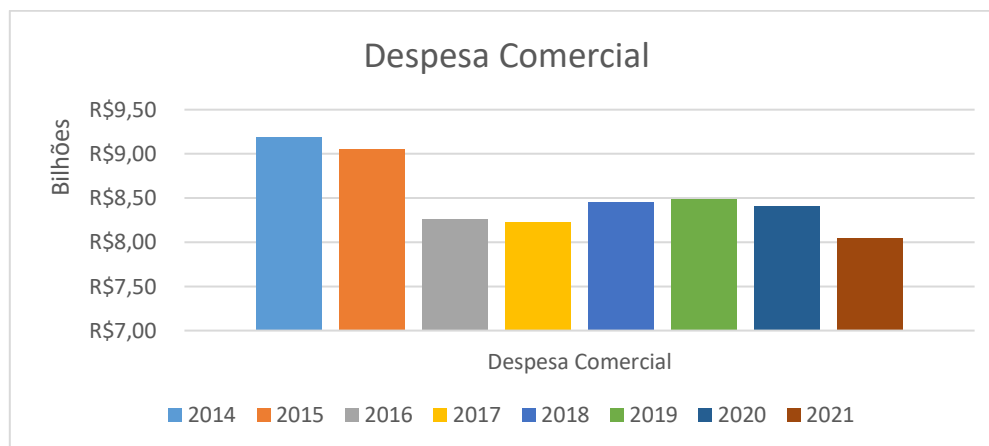
Gráfico 18 - Análise Anual – Sinistralidade



Fonte: Elaborado pelo autor.

O gráfico abaixo demonstra o montante arrecadado com a despesa comercial da operação de 2014 a 2021, com uma notável redução de 8,72% no ano de 2016, e crescente nos anos de 2018 e 2019. O valor máximo foi de R\$ 9,19 bilhões em 2014, mínimo de R\$ 8,04 bilhões em 2021 e média de R\$ 8,52 bilhões no período.

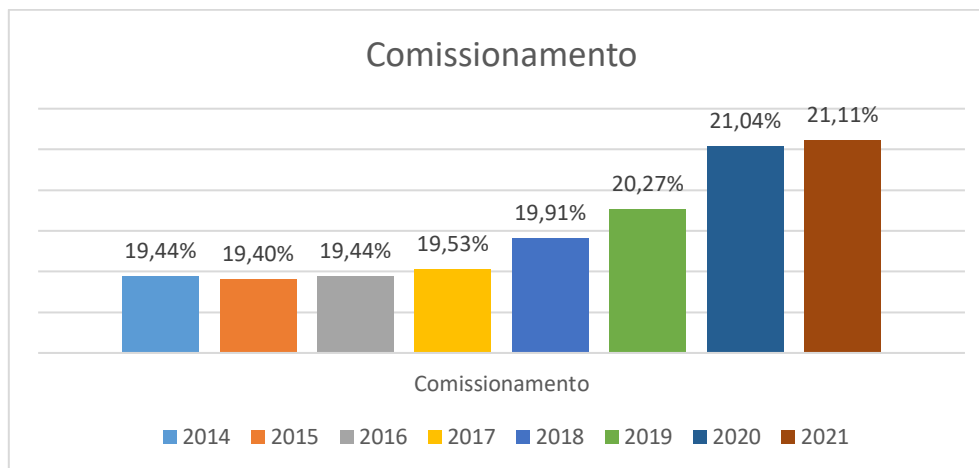
Gráfico 19 - Análise Anual – Despesa Comercial



Fonte: Elaborado pelo autor.

O comissionamento da operação de seguro auto está apresentado no gráfico abaixo, vimos sua evolução crescente no decorrer dos oito anos, sendo o comissionamento ligado diretamente ao montante de prêmio ganho e a despesa comercial, a maior variação de comissionamento está em 2020, onde a despesa comercial cresceu em relação ao prêmio ganho. O percentual máximo de comissionamento foi no ano de 2021 com 21,11%, o percentual mínimo foi em 2015 com 19,4% com média de 20,02%.

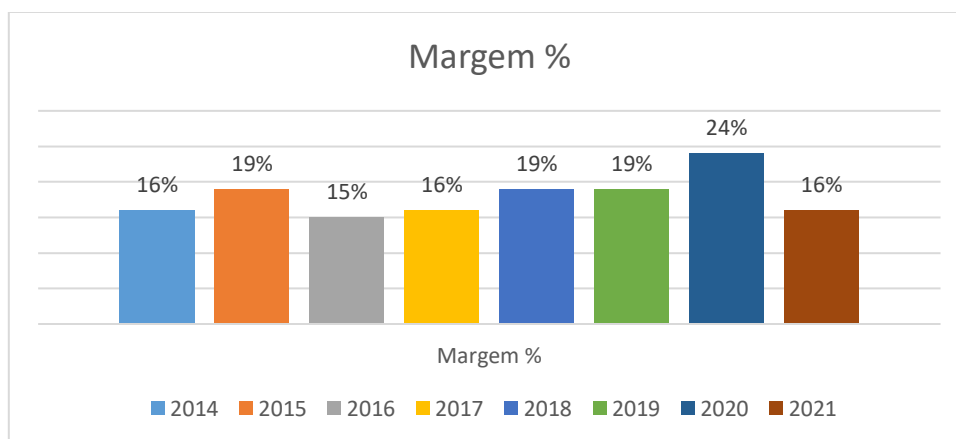
Gráfico 20 - Análise Anual – Comissionamento



Fonte: Elaborado pelo autor.

O gráfico abaixo demonstra o resultado parcial da operação do seguro auto apresentada nos anos de 2014 a 2021, onde a margem aqui é representada pelo percentual de prêmio ganho deduzido os valores de sinistro ocorrido e despesa comercial frente ao prêmio ganho total. Como a margem depende diretamente da sinistralidade e do comissionamento visto anteriormente a margem máxima apresentada se deu no ano de 2020 com 24%. A margem mínima foi de 15% em 2016 com média de 18%. Apesar da análise da série mensal de margem ter apresentado tendência de crescimento, ela não é observada na análise anual dos dados.

Gráfico 21 - Análise Anual – Margem



Fonte: Elaborado pelo autor.

A tabela abaixo demonstra as variações anuais das variáveis observadas nos gráficos acima das seções anteriores, de forma a uma melhor visualização de forma conjunta dos dados, a variação é de acordo com o ano imediatamente anterior ao descrito.

O prêmio ganho apresentou variação positiva máxima de 0,86% em 2018 e mínimo de -8,94% em 2016, considerando a variação absoluta a menor variação foi em 2017 com 0,85%. A variação total da série foi de -19,42% de 2014 até 2021 com média de -2,99%.

O sinistro ocorrido apresentou variação máxima de 9,76% em 2021 e mínimo de -14,01% em 2020, considerando a variação absoluta a menor variação foi em 2017 com 2,61%. A variação total da série foi de -20,97% de 2014 até 2021 com média de -3,10%.

A sinistralidade apresentou variação máxima de 14,55% em 2021 e não apresentou variação em 2019. A variação total da série foi de -1,56% de 2014 até 2021 com média de 0,03%.

A despesa comercial apresentou variação máxima de 2,82% em 2018 e mínimo de -8,72% em 2016, considerando a variação absoluta a menor variação foi em 2019 com 0,32%. A variação total da série foi de -12,52% de 2014 até 2021 com média de -1,83%.

O comissionamento apresentou variação máxima de 3,8% em 2020 e mínimo de -0,21% em 2015, considerando a variação absoluta a menor variação foi em 2015 e 2016 com 0,21%. A variação total da série foi de 8,59% de 2014 até 2021 com média de 1,19%.

A margem apresentou variação máxima de 21,72% em 2020 e mínimo de -37,45% em 2021, considerando a variação absoluta a menor variação foi em 2019 com 0,86%. A variação total da série foi de -21,56% de 2014 até 2021 com média de -1,03%.

A margem percentual apresentou variação máxima de 26,32% em 2020 e mínimo de -33,33% em 2021.

Tabela 9 - Variação Anual (%)

Tipo/Período	2014 a 2015	2015 a 2016	2016 a 2017	2017 a 2018	2018 a 2019	2019 a 2020	2020 a 2021	2014 a 2021	Média	Máximo	Mínimo
Prêmio Ganho	-1,31	-8,94	-0,85	0,86	-1,46	-4,57	-4,67	-19,42	-2,99	0,86	-8,94
Sinistro Ocorrido	-4,65	-4,21	-2,61	-3,22	-2,73	-14,01	9,76	-20,97	-3,10	9,76	-14,01
Sinistralidade	-3,13	4,84	-1,54	-4,69	0,00	-9,84	14,55	-1,56	0,03	14,55	-9,84
Despesa Comercial	-1,53	-8,72	-0,41	2,82	0,32	-0,96	-4,34	-12,52	-1,83	2,82	-8,72
Comissionamento	-0,21	0,21	0,46	1,95	1,81	3,80	0,33	8,59	1,19	3,80	-0,21
Margem	12,09	-24,95	6,06	14,51	0,86	21,72	-37,45	-21,56	-1,03	21,72	-37,45
Margem	18,75	-21,05	6,67	18,75	0,00	26,32	-33,33	0,00	2,30	26,32	-33,33

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3 ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO DOS RAMOS DO SEGURO AUTO

A base de dados utilizada para fazer a análise foi agrupada com os quatro ramos principais do seguro do grupo automóvel, sendo estes os ramos 531, 553, 520 e 542 respectivamente representando Casco Automóvel, RCFV, APP e Assistência. Analisamos a evolução das principais variáveis de prêmio ganho, sinistro ocorrido, sinistralidade, e margem, logo é importante sabermos como se forma a composição destes valores separados por ramo visualizando os percentuais representantes do montante produzido.

A tabela abaixo representa a composição do prêmio ganho separada por ano e o percentual que o ramo representa da soma destes prêmios.

Observamos que o casco representa 69% do total do prêmio ganho, o RCFV representa 22%, a assistência representa 8% e o APP representa apenas 2% deste total. O ano de 2021 é o que apresenta a maior variação desta distribuição mudando a característica de formação total do prêmio, onde o casco tinha a participação de 70%, e reduziu para 65% no decorrer dos anos, enquanto a assistência tem um acréscimo nesta participação vindo próximo de 6% e aumentando até alcançar 12%. O APP se manteve constante e o RCF teve uma queda de 23% para 21% no decorrer dos anos analisados.

Tabela 10 - Composição por ramo do Prêmio Ganho

Composição do Prêmio Ganho	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total
531	70%	70%	70%	70%	70%	69%	66%	65%	69%
553	23%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	21%	22%
520	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
542	6%	6%	6%	6%	7%	8%	10%	12%	8%
total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: Elaborado pelo autor.

A tabela abaixo representa a sinistralidade separada por ano e por ramo. Vale observar que neste caso não se trata da composição da sinistralidade total, mas sim da sinistralidade calculada para cada ramo de forma isolada por ano.

Visto a sinistralidade total ser de 62% observamos a sinistralidade por ramo, onde as maiores sinistralidades se encontram no casco com sinistralidade de 64%, o no RCFV com sinistralidade de 65%. OS ramos assistência e APP apresentam uma menor sinistralidade no total de 46% e 6% respectivamente. Essas características de sinistralidade por ramo têm se mantido similares no decorrer dos anos.

O ramo 531 apresenta máximo de 68% em 2014 e 2016, e mínimo de 57% em 2020.

O ramo 553 apresenta máximo de 69% em 2017 e 2021, e mínimo de 58% em 2020.

O ramo 520 apresenta máximo de 7% em 2017, e mínimo de 5% em 2016 e 2021.

O ramo 542 apresenta máximo de 53% em 2017 e mínimo de 39% em 2014.

Tabela 11 - Composição por ramo da Sinistralidade

Sinistralidade	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total
531	68%	64%	68%	65%	62%	61%	57%	66%	64%
553	64%	64%	66%	69%	67%	68%	58%	69%	65%
520	6%	6%	5%	7%	6%	6%	6%	5%	6%
542	39%	41%	50%	53%	50%	45%	42%	46%	46%
total	64%	62%	65%	64%	61%	61%	55%	63%	62%

Fonte: Elaborado pelo autor.

A tabela abaixo representa a composição do sinistro ocorrido separado por ano e o percentual que o ramo representa da soma destes sinistros.

Observamos que do total de sinistros ocorridos o casco representa 71% desta fatia, seguido do RCFV com 23%, a assistência com 6% e como estamos tratando do

montante em reais do sinistro ocorrido por motivos de arredondamento o APP apresenta percentual próximo de zero.

Tabela 12 - Composição por ramo do Sinistro

Composição do Sinistro	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total
531	74%	73%	73%	71%	71%	69%	68%	68%	71%
553	22%	23%	22%	23%	24%	25%	24%	23%	23%
520	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
542	4%	4%	5%	5%	5%	6%	8%	9%	6%
total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: Elaborado pelo autor.

A tabela abaixo representa a Margem percentual separada por ano e por ramo. Vale observar que neste caso não se trata da composição da margem percentual total, mas sim da margem percentual calculada para cada ramo de forma isolada por ano.

Como consequência direta do prêmio ganho, sinistralidade e comissionamento a margem por ramos é representada com 15% no casco, 16% no RCFV, 75% no ramo de APP e 36% na assistência.

O ramo 531 apresenta máximo de 21% em 2020 e mínimo de 12% em 2014, 2016 e 2021.

O ramo 553 apresenta máximo de 23% em 2020 e mínimo de 13% em 2017, 2019 e 2021.

O ramo 520 apresenta máximo de 76% em 2014 e 2016 e mínimo de 73% em 2017.

O ramo 542 apresenta máximo de 43% em 2014 e mínimo de 29% em 2017.

Tabela 13 - Composição por ramo da Margem

Margem %	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total
531	12%	15%	12%	15%	17%	18%	21%	12%	15%
553	19%	18%	16%	13%	15%	13%	23%	13%	16%
520	76%	75%	76%	73%	75%	74%	74%	75%	75%
542	43%	41%	33%	29%	32%	36%	38%	34%	36%

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4 TESTE DE HIPÓTESE

Visto o comportamento das séries temporais e estudado os dados do mercado brasileiro de seguro de automóveis, vimos uma possível redução do montante de sinistro no período da pandemia e uma possível redução do montante de prêmio ganho no período da pandemia. Conforme UNASUS (2020) o primeiro caso oficial de coronavírus foi em fevereiro de 2020. Com base nesta afirmação vamos utilizar teste de hipóteses para verificar a significância estatística dos dados amostrais.

O teste de hipóteses é um método de averiguação sobre a veracidade de uma afirmação, associado a um risco máximo de erro. Em outras palavras, por definição, um teste de hipóteses é uma regra de decisão para aceitar ou rejeitar uma hipótese, com base nas informações fornecidas pelos dados coletados em uma amostra e, por isso, envolve um risco de afirmar algo errado (HIRAKATA; MANCUSO; CASTRO, 2019, p.2).

Conforme Thurman (2012) podemos testar a diferença entre médias para duas amostras, grandes ou pequenas, com dados independentes e não emparelhados e com o número de observações diferentes nas duas médias.

Devido à maneira como as análises são realizadas, cada teste de hipóteses inclui exatamente duas hipóteses sobre a população em estudo (nem mais, nem menos). Uma delas é chamada de hipótese nula (H_0), que é assumida como verdadeira até que se prove o contrário. A segunda é chamada de hipótese alternativa (H_1), que representa uma afirmação de que o parâmetro de interesse difere daquele definido na hipótese nula, de modo que as duas hipóteses sejam complementares (HIRAKATA; MANCUSO; CASTRO, 2019, p.2).

O primeiro ponto é determinar as estatísticas descritivas, tais como média, desvio padrão e tamanho da amostra.

a) Teste de Hipótese do Prêmio Ganho:

Amostra antes da pandemia:

Período: De janeiro de 2017 até janeiro de 2020.

\bar{x} = R\$ 3.513.116.374,87

s = R\$ 107.846.863,14

n = 37

Amostra durante a pandemia:

Período: De fevereiro de 2020 até dezembro de 2021.

$$\bar{x} = \text{R\$ } 3.241.741.211,98$$

$$s = \text{R\$ } 106.585.336,65$$

$$n = 23$$

À primeira vista, parece que o prêmio ganho médio mensal no período pandemia é menor que o período anterior a pandemia, entretanto o desvio padrão no período anterior a pandemia é maior que o período durante a pandemia.

Hipótese nula: $H_0: \mu_1 = \mu_2$

Hipótese Alternativa: $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$

Valor (t) calculado:

$$t = \frac{(x_1 - x_2)}{\sqrt{Sp^2 \frac{1+1}{n_1+n_2}}} = -7,6$$

Valor (t) tabelado com 95% de confiança e 58 Graus de Liberdade = -2,00

Como o valor (t) calculado é menor que o valor (t) tabelado, rejeitamos a hipótese nula, indicando evidência estatística que as médias são diferentes logo a média de prêmio ganho diminuiu no período da pandemia após janeiro de 2020.

b) Teste de Hipótese do Sinistro Ocorrido:

Amostra antes da pandemia:

Período: De janeiro de 2017 até janeiro de 2020.

$$\bar{x} = \text{R\$ } 2.184.900.966,74$$

$$s = \text{R\$ } 123.069.972,61$$

$$n = 37$$

Amostra durante a pandemia:

Período: De fevereiro de 2020 até dezembro de 2021.

$\bar{x} = \text{R\$ } 1.892.928.233,88$

$s = \text{R\$ } 234.254.940,30$

$n = 23$

À primeira vista, parece que o sinistro ocorrido médio mensal no período pandemia é menor que o período anterior a pandemia, entretanto o desvio padrão no período durante a pandemia é maior que o período anterior a pandemia.

Hipótese nula: $H_0: \mu_1 = \mu_2$

Hipótese Alternativa: $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$

Valor (t) calculado:

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{\sqrt{sp^2 \frac{1+1}{n_1+n_2}}} = -5,05$$

Valor (t) tabelado com 95% de confiança e 58 Graus de Liberdade = -2,00

Como o valor (t) calculado é menor que o valor (t) tabelado, rejeitamos a hipótese nula, indicando evidência estatística que as médias são diferentes logo a média de sinistro ocorrido diminuiu no período da pandemia após janeiro de 2020.

4.4.1 Erros do Tipo I e Tipo II

Segundo Thurman (2012) decisões vem sempre com erros possíveis, ou seja, podemos ter rejeitado a hipótese nula assumindo que o mercado cresceu quando ele pode na verdade ter se mantido, ou podemos ter aceitado a hipótese nula, não podendo afirmar que os sinistros reduziram em montante quando na verdade ele pode ter sofrido uma redução.

Os significados de erro tipo I e erro tipo II estão vinculados ao conceito de teste de hipóteses. Quando se investiga alguma hipótese, como foi visto anteriormente, há duas possibilidades: ela realmente é verdadeira ou não. Visto que esta conclusão é baseada numa amostra, e a mesma não representa por completo a população, pode-se cometer um erro ao concluir que a hipótese nula é verdadeira quando na verdade não é, ou vice-versa (HIRAKATA; MANCUSO; CASTRO, 2019, p.3).

Este percentual de erro está associado com o nível de significância estatística escolhido para realização do teste, quanto maior o grau de confiança no teste maior a probabilidade de cometer o erro do tipo I (α), onde a interferência de algo estranho nos dados, como um *outliers*, pode ter distorcido a média e levado a um erro. O erro do tipo II não calcularemos, mas pode ser observado no gráfico.

O poder de um teste estatístico é a probabilidade de se tomar uma decisão correta, rejeitar a hipótese nula se ela realmente for falsa. Ou seja, é a probabilidade complementar do erro tipo II (poder + probabilidade do erro tipo II = 1). Logo, à medida que o poder aumenta, as chances de um falso negativo (erro tipo II) ocorrer diminuem (HIRAKATA; MANCUSO; CASTRO, 2019, p.4).

Revisando:

α é o erro do tipo I, é quando rejeitamos H_0 quando não deveríamos;

β é o erro do tipo II, é quando não rejeitamos H_0 quando deveríamos ter rejeitado.

Em nosso teste de hipótese utilizamos 95% de confiança, ou seja 5% de significância onde $\alpha = 5\%$. Como o teste de diferenças de médias é dos dois lados da distribuição temos $\alpha/2 = 2,5\%$ em cada lado da distribuição (t), e com probabilidade de erro do tipo I de 5%. O poder de um teste estatístico é a probabilidade de se tomar uma decisão correta, rejeitar a hipótese nula se ela realmente for falsa. Ou seja, é a probabilidade complementar do erro tipo II (poder + probabilidade do erro tipo II = 1). Logo, à medida que o poder aumenta, as chances de um falso negativo (erro tipo II) ocorrer diminuem.

5 SIMULAÇÃO DE PRÊMIO DE RISCO – CASCO

Conforme Segovia *et al.*, (2015) as companhias de seguros classificam os riscos dos segurados de forma homogênea em classes tarifárias, aplicando assim a mesma remuneração aos segurados pertencentes à mesma classe a fim de cobrar remuneração justa dos condutores. A precisão no processo é fundamental, e “dessa forma é extremamente importante que a companhia de seguros selecione um conjunto adequado de fatores de risco para prever corretamente as futuras taxas de reivindicação por dois motivos principais” (SEGOVIA *et al.*, 2015, p. 2). O primeiro motivo citado pelo autor é que o mercado de seguros está crescendo e em segundo a taxa de acidentes diminuiu significativamente nos últimos dez anos, especialmente na Espanha, com redução de 50%.

Nesta seção vamos analisar um exemplo de taxa de risco do mercado brasileiro de seguro de automóveis, observando os perfis de risco de gênero, idade do condutor, região de tarifação, ano do veículo e a proporção das taxas de cobertura de roubo, colisão, incêndio e outros da cobertura de casco.

Conforme Segovia *et al.* (2015) a remuneração das reivindicações de sinistros poderia ser efetivamente reajustada, já que os acidentes diminuíram, na Espanha, e é possível que as probabilidades tenham diminuído também. Estamos trabalhando os dados do Brasil, porém as reavaliações das taxas devem ser realizadas com frequência por quaisquer seguradoras independente do local de operação.

O prêmio pago por uma apólice de seguro de automóvel depende da classe atribuída ao condutor, sendo duas partes afetadas pela classificação correta: A seguradora em razão das indenizações e receitas de prêmios, e o motorista pelo prêmio cobrado pelo seguro.

Conforme Segovia (2015) as políticas de risco e precificação ajudam as companhias a prever as reivindicações de sinistros em determinado período de tempo, normalmente utilizando o período de um ano no seguro de automóvel. Esses fatores de risco são tanto do motorista, como do veículo e do tráfego.

As principais variáveis classificatórias utilizadas pela indústria de seguros são as seguintes: idade, sexo, acidente ou registro de reivindicação do motorista principal, data da carteira de motorista, tipo de veículo e local de residência (SEGOVIA *et al.*, 2015, p. 3).

As variáveis estão correlacionadas com a taxa de sinistros, desta forma podem ser úteis para prever as futuras reivindicações.

Farias e Jesus (2019) realizaram um trabalho de precificação de seguro de automóveis da região nordeste do Brasil, utilizando a combinação de modelos lineares generalizados de duas formas, aplicando a metodologia à frequência de sinistros e aplicando a metodologia à severidade dos sinistros, utilizando a distribuição de probabilidade estatística Poisson para a frequência dos sinistros, e a distribuição Log-normal para a modelagem da severidade dos sinistros. A definição do prêmio puro foi através da multiplicação dos resultados da modelagem de frequência com a modelagem de severidade, uma vez que utilizaram da função de ligação Log para os estimadores.

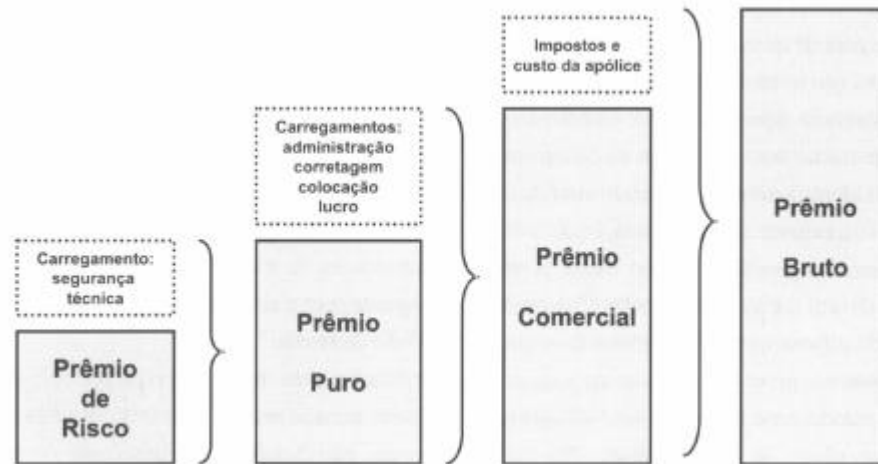
Uma outra opção de modelagem com modelos lineares generalizados é ao invés de modelar frequência e severidade separados e multiplicá-las ao final para obter o prêmio puro, obedecendo à teoria do risco coletivo que falaremos adiante, é de modelar diretamente o prêmio de risco dada pela teoria do risco coletivo. Desta forma esta seção do trabalho busca apresentar um exemplo das taxas de riscos que podem ser utilizadas posteriormente na modelagem.

Conforme Mendonça (1997) é de extrema importância e delicadeza no seguro a questão do preço, onde “[...] por definição, é uma variável aleatória, pois seu componente básico que é o risco, tem comportamento instável. Isso decorre da influência de uma oscilação dupla: a da incidência do risco e a dos valores que a variável assume na escala de probabilidade.” (MENDONÇA; 1997, p. 16).

Para entendermos a formação do prêmio (preço) inicialmente falaremos da formação dos prêmios de acordo com seus carregamentos. Conforme Guimarães (2004) outra forma de classificação do prêmio é em função da composição dos custos, desdobrando em prêmio de risco, prêmio puro, prêmio comercial e prêmio bruto. O prêmio de risco é em sua essência a esperança matemática dos sinistros futuros. O prêmio puro é o prêmio de risco acrescido da margem de carregamento técnico de segurança para cobrir possíveis flutuações estatísticas. O prêmio comercial é o prêmio puro acrescido

dos demais custos da operação como despesas administrativas, corretagem e lucro. E por último o prêmio bruto que é formado pelo prêmio comercial acrescido dos impostos.

Figura 7 – Composição do prêmio de seguro.



Fonte: Guimarães (2004)

Para Mendonça (1997) o mecanismo de preço tem estrutura fundamental nos seguros, este mecanismo assume comportamento caracterizado pela probabilidade e não pela certeza, onde o adequado tratamento matemático do risco se dá sobre uma boa e suficiente base estatística. Porém este é o esquema teórico, e na prática o preço está sujeito a pressões e distorções geradas por fatores alheios à teoria. “A grande luta das companhias de seguros é travada no empenho de evitarem que esses fatores de perturbação lhe comprometam a solvência. Procuram tanto quanto possível eliminá-los. Mas, não o conseguindo, tratam de minimizar-lhes os efeitos” (MENDONÇA, 1997, p. 16).

Lima, Forti e Alves (2019) em seu estudo referente aos determinantes hedônicos sobre o preço do seguro do automóvel buscou identificar as características mais importantes nesta precificação. No caso estudado constatou-se que o modelo do veículo é um fator muito importante no preço do seguro, uma vez que cada modelo possui sua potência de motor, peças e acessórios peculiares, fazendo com que haja custos de manutenção diferente, causando variações no acontecimento do sinistro. Ainda assim levantou a relevância do ano do veículo e da instalação de alarmes antifurto para a

formação do prêmio. Ainda assim o perfil do consumidor é uma ferramenta de influir a possibilidade de sinistro, por exemplo a idade do condutor é um fator associado à pouca experiência ao volante.

Conforme Ferreira (2010) para a construção do modelo de risco coletivo é utilizado o conceito de risco agregado, tendo como variável aleatória o sinistro total de uma carteira de seguros, chamada de sinistro agregado, ou seja, é a soma de sinistros de toda a carteira.

No modelo de risco coletivo duas são as distribuições de probabilidade que devem ser conhecidas, a primeira é a distribuição do valor de cada sinistro e a segunda é a distribuição do número total de sinistros.

Conforme Ferreira podemos estudar a distribuição de sinistros da carteira tratando como um todo, sem se preocupar com as características dos sinistros individuais.

S^{col} é a variável aleatória que representa o valor total das indenizações no período de um ano.

N é a variável aleatória que representa o número de sinistros, também em um ano.

X_i é a variável aleatória que representa o valor do i -ésimo sinistro da carteira.

Dois hipóteses são assumidas:

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_N$, são independentes e identicamente distribuídas; e

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_N$, são independentes de N .

Se aplicarmos o Teorema Central do Limite, a distribuição do S^{col} , que estamos interessados na precificação, pode ser considerada Normal.

Na precificação do seguro pela Teoria do Risco Coletivo estamos interessados na esperança da variável aleatória do sinistro coletivo $E[S^{col}]$ e na variância da variável aleatória do sinistro coletivo $V[S^{col}]$.

Conforme FERREIRA (2010) podemos calcular a $E[S^{col}]$ da seguinte forma:

$$\begin{aligned} E[S^{col}] &= E[E[S^{col}|N]] = E[E[X_1, X_2, X_3, \dots, X_N|N]] \\ &= E[N E[X]] = E[N] * E[X] \end{aligned}$$

Logo, a esperança do sinistro coletivo é dada pela formulação abaixo:

$$E[S^{col}] = E[N] * E[X]$$

Onde,

$E[N]$ é a esperança do número de sinistros;

$E[X]$ é a esperança do valor de 1 sinistro.

“Este resultado é bastante intuitivo, pois o valor esperado do sinistro agregado é igual ao número médio de sinistros multiplicado pelo valor médio de 1 sinistro” (FERREIRA, 2010, p.41).

Conforme formulação acima obtemos a $E[S^{col}]$ e agora precisamos da $V[S^{col}]$ para então obter o prêmio puro. Conforme FERREIRA (2010) podemos calcular a $V[S^{col}]$ da seguinte forma:

$$\begin{aligned} V[S^{col}] &= E[V[S^{col}|N]] + V[E[S^{col}|N]] \\ &= E[V[X_1, X_2, X_3, \dots, X_N|N]] + V[E[X_1, X_2, X_3, \dots, X_N|N]] \\ &= E[NV[X]] + V[NE[X]] \\ &= V[X]E[N] + E[X]^2V[N] \end{aligned}$$

Logo, a variância do sinistro coletivo é dada pela formulação abaixo:

$$V[S^{col}] = V[X] * E[N] + E[X]^2 * V[N]$$

“Este resultado nos mostra que a variância do sinistro agregado é diretamente proporcional à variância do número de sinistros e à variância do valor de 1 sinistro” (FERREIRA, 2010, p.42).

Desta forma podemos calcular o prêmio puro total pela aproximação Normal:

$$\text{Prêmio Puro} = E[S^{col}] + Z * \sqrt{V[S^{col}]}$$

Poderíamos dar um exemplo prático do cálculo do prêmio puro pela aproximação normal, vamos calcular o prêmio puro de forma que o sinistro agregado não supere o prêmio puro.

Vamos calcular o prêmio puro neste exemplo com probabilidade de 10,2% do sinistro agregado superar o prêmio puro. Podemos ler que temos a confiança de 89,8%.

Vamos buscar na tabela normal padrão o valor de Z para probabilidade de 10,2% ou 0,102, logo $Z = 1,27$.

Digamos que calculamos a $E[X]$ a $E[N]$, e a $V[X]$ e $V[N]$ de uma base de sinistros e obtemos os seguintes resultados:

$$E[X] = \$ 1,5$$

$$E[N] = 1$$

$$V[X] = 0,45$$

$$V[N] = 0,6$$

$$Z = 1,27$$

Com estes dados podemos calcular a $E[S^{col}]$, a $V[S^{col}]$ e o Prêmio Puro neste exemplo:

$$E[S^{col}] = E[N] * E[X] = 1 * 1,5 = 1,5$$

$$V[S^{col}] = V[X] * E[N] + E[X]^2 * V[N] = 1 * 0,45 + 1,5^2 * 0,6 = 1,8$$

$$\text{Prêmio Puro} = E[S^{col}] + Z * \sqrt{V[S^{col}]} = 1,5 + 1,27 * \sqrt{1,8} = 1,5 + 1,27 * 1,34 = 3,20$$

“Na prática, a aproximação Normal se comporta muito bem na causa à direita da distribuição, o que é uma característica muito boa, pois é exatamente nessa região que estamos interessados para o cálculo de prêmio ou de probabilidade de ruína” (FERREIRA, 2010, p.42).

Em outras palavras para encontrarmos a esperança do sinistro coletivo tivemos de encontrar a razão da quantidade de veículos sinistrados pela quantidade de veículos expostos ao risco, multiplicado pelo valor médio esperado na indenização, logo aqui

temos a probabilidade de ocorrência do sinistro, e se ocorrer o sinistro qual seu valor médio esperado, alguns autores chamam de frequência e severidade.

A esperança de uma variável aleatória pode ser encontrada pela soma das multiplicações dos resultados possíveis por suas probabilidades associadas. Tratamos aqui a variável aleatória número de sinistros com duas possibilidades: ocorrer ou não ocorrer sinistro, porém é possível que uma apólice tenha zero, um, dois ou mais sinistros dependendo de como foi estruturado o seguro.

5.1 SISTEMA DE ESTATÍSTICA SUSEP – SES – AUTOSEG

A SUSEP disponibiliza em seu site a base de dados estatística de todas as seguradoras que operam no mercado brasileiro de seguro privado de automóvel. Nestes dados estão agrupadas as informações das apólices, como: Região, código do modelo do veículo, ano do modelo do veículo, sexo do condutor, idade do condutor, exposição, prêmio, importância segurada média, frequência de sinistros e valor de indenização de roubo e furto, colisão total e parcial, incêndio e outros sinistros, e a competência do envio dos dados.

O Sistema AUTOSEG, a partir da versão 5.0, permite realizar consultas on-line referentes a dados estatísticos do Seguro de Automóveis. As informações apresentadas foram obtidas a partir dos arquivos enviados semestralmente pelas companhias seguradoras, os quais incluem dados referentes a apólices vigentes e sinistros ocorridos no período de análise (SUSEP, 2022).

Utilizamos a competência de um ano completo, 2020A e 2020B. Este arquivo é geralmente disponibilizado a cada semestre com os dados dos últimos seis meses de operação das seguradoras.

5.2 PRÊMIO DE RISCO POR VEÍCULO

Utilizando do software R e RStudio versão 2022.02.0, primeiramente carregamos as duas bases de dados disponibilizadas pela SUSEP: “arq_casco_comp2020A.csv” e “arq_casco_comp2020B.csv” com 3.210.981 observações e 22 variáveis, e 2.941.865 observações e 22 variáveis respectivamente. Agrupamos os dados em uma única tabela totalizando 6,15 milhões de observações e 22 variáveis. Filtramos as variáveis de

interesse neste estudo e ficamos com 19 variáveis sendo elas: COD_TARIF, REGIAO, COD_MODELO, ANO_MODELO, SEXO, IDADE, EXPOSICAO1, PREMIO1, IS_MEDIA, FREQ_SIN1, INDENIZ1, FREQ_SIN2, INDENIZ2, FREQ_SIN3, INDENIZ3, FREQ_SIN4, INDENIZ4, FREQ_SIN9 e INDENIZ9. Abaixo o significado de cada variável:

- a) COD_MODELO: É o código do veículo na tabela Fipe: “A Tabela Fipe expressa preços médios de veículos anunciados pelos vendedores, no mercado nacional, servindo apenas como um parâmetro para negociações ou avaliações” (FIPE, 2022);
- b) ANO_MODELO: Esta variável se refere ao ano do modelo do veículo, que pode ou não ser o mesmo ano de fabricação;
- c) SEXO: Refere-se ao sexo do condutor do veículo, geralmente esta pergunta faz parte do perfil do condutor. Observamos que aqui não conseguimos observar se o sexo é do segurado ou do principal condutor, uma vez que segurado e condutor muitas vezes trata-se da mesma pessoa;
- d) IDADE: Refere-se a faixa de idade do principal condutor do veículo, geralmente esta pergunta faz parte do perfil do condutor;
- e) EXPOSICAO1: “O conceito de exposição leva em conta o tempo em que cada apólice esteve vigente, dentro da janela de observação, que é o período semestral abrangido em cada atualização do Autoseg” (SUSEP, 2022). A exposição representa a quantidade de veículos expostos ao risco;
- f) PREMIO1: “Da mesma forma que a IS Média, o prêmio médio representa a média dos prêmios das apólices incluídas no grupamento, ponderada pela exposição de cada uma delas” (SUSEP, 2022);
- g) IS_MEDIA: “A Importância Segurada Média representa a média das IS’s das apólices incluídas no grupamento, ponderada pela exposição de cada uma delas” (SUSEP, 2022);
- h) FREQ_SIN1: “Quantidade de sinistros da cobertura roubo/furto” (SUSEP, 2022);
- i) INDENIZ1: “Total de indenizações de sinistros da cobertura roubo/furto” (SUSEP, 2022);

- j) `FREQ_SIN2`: “Quantidade de sinistros da cobertura colisão parcial” (SUSEP, 2022);
- k) `INDENIZ2`: “Total de indenizações de sinistros da cobertura colisão parcial” (SUSEP, 2022);
- l) `FREQ_SIN3`: “Quantidade de sinistros da cobertura colisão perda total (SUSEP, 2022).
- m) `INDENIZ3`: “Total de indenizações de sinistros da cobertura colisão perda total” (SUSEP, 2022);
- n) `FREQ_SIN4`: “Quantidade de sinistros da cobertura incêndio” (SUSEP, 2022).
- o) `INDENIZ4`: “Total de indenizações de sinistros da cobertura incêndio” (SUSEP, 2022);
- p) `FREQ_SIN9`: “Quantidade de sinistros de outras coberturas, como assistência 24 hs, etc.” (SUSEP, 2022);
- q) `INDENIZ9`: “Total de indenizações de sinistros de outras coberturas, como assistência 24 hs, etc.” (SUSEP, 2022).
- r) `COD_TARIF`: Não utilizado;
- s) `REGIAO`: Não utilizado.

Continuando com a organização dos dados para a análise do prêmio de risco incluímos a coluna `SOMAINDENIZ` que é o somatório dos valores de indenização em reais de roubo e furto, indenização parcial, perda total, incêndio e as indenizações de assistência 24 horas.

Incluímos a coluna `SOMAFREQ` que representa o somatório das frequências de roubo e furto, perda parcial, perda total, incêndio e a frequência de assistência 24 horas.

Agrupamos a base de dados por código FIPE resumindo a soma da coluna de `EXPOSICAO`, soma da coluna de `SOMAINDENIZ` e a soma da coluna `SOMAFREQ`. A variável `SOMAINDEZ` foi renomeada para `SINISTROTOT`, a variável `SOMAFREQ` foi renovada para `FREQUENCIA`. Obtendo como resultado a base de dados com 8.419 modelos de veículos com sua indenização total e frequência total.

Desta forma chegamos à esperança do sinistro coletivo, que estamos tratando aqui neste trabalho como prêmio de risco, porém é importante ressaltar que neste estudo não acrescentamos a variância do sinistro coletivo para chegar ao prêmio puro, ou o

prêmio acrescido da margem de segurança estatística, visto ser uma análise parcial do prêmio puro. No início deste capítulo demonstramos como apurar a $E(S^{col})$, a $Var(S^{sol})$ e o prêmio puro. Logo o prêmio de risco por modelo de veículo foi dado pela formula abaixo:

$$E(S^{col}) = E(N) * E(X)$$

Logo,

$$\text{Prêmio de risco} = \frac{\text{Frequência}}{\text{Exposição}} * \frac{\text{Sinistro Total}}{\text{Frequência}}$$

Obtemos como resultado a inclusão da coluna com o prêmio de risco dos 8.419 modelos de veículos disponíveis na base, porém alguns veículos não possuíam registro de frequência de sinistro tornando o denominador da fórmula acima zero e consequentemente tivemos valores nulos. Outro ponto a observar é que muitos veículos não têm uma quantidade observada de sinistros suficientes para a análise impossibilitando utilizar este meio de precificação para estes modelos. Teríamos de utilizar outra base de dados ou algum outro método de precificação ou credibilidade. Outro ponto importante a observar é que poderíamos apurar a taxa de risco separando, perda total de colisão, perda parcial de colisão, incêndio, roubo e furto, e assistência 24 horas, uma vez que a base de dados contém esta separação.

Selecionamos os 20 modelos de veículos com a maior quantidade de veículos expostos ao risco e observamos seus prêmios:

Tabela 14 - Vinte veículos com maior exposição no período

Exposição	Prêmio de risco		Modelo
223.477	R\$	862,60	HB20 Comf./C.Plus/C.Style 1.0 Flex 12V
222.193	R\$	1.341,16	Corolla XEi 2.0 Flex 16V Aut.
216.538	R\$	791,20	ONIX HATCH LT 1.0 8V FlexPower 5p Mec.
204.079	R\$	864,59	Ka 1.0 SE/SE Plus TiVCT Flex 5p
162.908	R\$	560,76	Gol (novo) 1.0 Mi Total Flex 8V 4p
133.896	R\$	678,62	Classic Life/LS 1.0 VHC FlexP. 4p
117.244	R\$	577,78	Celta Spirit/ LT 1.0 MPFI 8V FlexP. 5p
105.562	R\$	742,47	ONIX HATCH Joy 1.0 8V Flex 5p Mec.
104.293	R\$	540,49	Fox 1.0 Mi Total Flex 8V 5p
95.971	R\$	753,95	ONIX HATCH LT 1.4 8V FlexPower 5p Mec.
90.185	R\$	912,89	Fit EX/S/EX 1.5 Flex/Flexone 16V 5p Aut.

Exposição	Prêmio de risco	Modelo
88.747	R\$ 790,24	Palio ATTRACTIVE 1.0 EVO Fire Flex 8v 5p
82.265	R\$ 1.202,16	HR-V EX 1.8 Flexone 16V 5p Aut.
82.032	R\$ 906,41	MONTANA LS 1.4 ECONOFLEX 8V 2p
81.111	R\$ 521,57	Ka 1.0 8V/1.0 8V ST Flex 3p
79.669	R\$ 876,00	PRISMA Sed. LT 1.4 8V FlexPower 4p
73.720	R\$ 836,95	ONIX HATCH LTZ 1.4 8V FlexPower 5p Mec.
72.501	R\$ 1.134,34	Corolla GLi 1.8 Flex 16V Aut.
71.914	R\$ 1.178,29	HR-V EXL 1.8 Flexone 16V 5p Aut.
71.219	R\$ 585,38	Fiesta 1.0 8V Flex/Class 1.0 8V Flex 5p

Fonte: Elaborado pelo autor.

Entre os vinte veículos, o veículo “HB20 Comf./C.Plus/C.Style 1.0 Flex 12V” foi o de maior exposição, apresentou 223 mil veículos segurados e seu prêmio de risco foi de R\$ 862,60 reais.

O veículo de menor quantidade exposta dentre os vinte veículos foi o “Fiesta 1.0 8V Flex/Class 1.0 8V 5p” que apresentou 71 mil veículos segurados do modelo com prêmio de risco de R\$ 585,38 reais.

O veículo de menor prêmio foi o “Ka 1.0 8V/1.0 8V ST Flex 3p” com prêmio de risco de R\$ 521,57.

O veículo de maior prêmio foi o “Corolla XEi 2.0 Flex 16V Aut.” com prêmio de risco de R\$ 1.341,16.

Lembramos que este trabalho apresenta apenas uma análise da base de dados, realizado com os riscos de forma conjunta e sem a avaliação geral do perfil de risco de cada segurado, logo estes valores podem não ser os praticados no mercado por uma série de outros fatores externos e internos que podem afetar o preço do seguro. Ainda assim aqui não estão computados a margem de segurança estatística, o lucro e as demais despesas.

5.2.1 Comparativo por Gênero

Realizamos um comparativo entre a quantidade de expostos ao seguro por gênero e seus prêmios, separando-os em pessoa jurídica, sexo masculino e sexo feminino onde:

Tabela 15 - Distribuição por sexo

Sexo	Exposição	Percentual
Masculino	7.787.762,06	54,77%
Feminino	6.179.318,44	43,45%
Jurídica	253.035,34	1,78%
Total	14.220.115,84	100%

Fonte: Elaborado pelo autor.

A maioria dos veículos expostos são do sexo masculino com 54,77% no seguro automóvel, seguidos de 43,45% do sexo feminino e 1,78% contratados por pessoa jurídica.

Do total de 14,2 milhões de veículos expostos 72,44% são da categoria tarifária passeio nacional, e 17,76% são da categoria Pick-up nacional e importada. As motocicletas representam 4,64% enquanto os ônibus, classificados nesta categoria e neste produto representam apenas 0,01%.

Tabela 16 - Distribuição por categoria tarifária

Categoria	Exposição	Percentual
Passeio nacional	10.300.895	72,44%
Passeio importado	562.181	3,95%
Pick-up (nacional e importado)	2.526.070	17,76%
Veículo de Carga (nacional e importado)	91.822	0,65%
Motocicleta (nacional e importado)	659.197	4,64%
Ônibus (nacional e importado)	810	0,01%
Utilitários (nacional e importado)	58.161	0,41%
Outros	20.980	0,15%
Total	14.220.116	100,00%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para uma melhor precisão no comparativo da variação do prêmio entre sexo, fizemos uma separação intermediária da categoria tarifária e sexo. Utilizamos o sexo masculino como ponto de partida de prêmio para comparar as variações, visto o sexo masculino representar a maioria da exposição total. Abaixo a variação de prêmio:

Tabela 17 - Variação por sexo e categoria tarifária

Cod_tarif	Sexo	Prêmio risco	Variação
Passeio nacional	Jurídica	R\$ 5.943,79	496%
Passeio nacional	Feminino	R\$ 790,64	-21%
Passeio nacional	Masculino	R\$ 997,71	0%
Passeio importado	Jurídica	R\$ 10.999,42	395%
Passeio importado	Feminino	R\$ 1.543,57	-31%
Passeio importado	Masculino	R\$ 2.223,41	0%
Pick-up (nacional e importado)	Jurídica	R\$ 12.964,23	535%

Cod_tarif	Sexo	Prêmio risco	Varição
Pick-up (nacional e importado)	Feminino	R\$ 1.603,85	-21%
Pick-up (nacional e importado)	Masculino	R\$ 2.041,57	0%
Motocicleta (nacional e importado)	Jurídica	R\$ 3.723,71	553%
Motocicleta (nacional e importado)	Feminino	R\$ 336,98	-41%
Motocicleta (nacional e importado)	Masculino	R\$ 569,83	0%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Inicialmente podemos observar que o prêmio de risco do sexo feminino é 21% menor que o prêmio de risco do sexo masculino na categoria de Passeio Nacional, 31% menor no Passeio Importado, 21% menor nas Pick-ups e 41% menor nas motocicletas.

Referente a pessoa jurídica nada podemos afirmar, como visto anteriormente, a exposição ao risco e o número de sinistro não são suficientes para determinar o prêmio de risco, desta forma podendo distorcer os resultados.

5.2.2 Comparativo por Idade do Condutor

Realizamos um comparativo de acordo com a faixa etária do condutor, o total de exposição ao rodar o programa foi de 16,51 milhões de expostos, diferente do que encontramos na secção anterior porque dependendo da abertura das informações e agrupamento para cálculo alguns resultados se tornarem nulos ou não existem para a devida classificação. Ainda assim, atingimos nosso objetivo de apresentar os dados com a melhor abertura possível para a análise e reforçamos a necessidade de utilização da margem de segurança no cálculo do prêmio.

Tabela 18 - Distribuição por idade.

IDADE	EXPOSIÇÃO	PERCENTUAL
Não informada	2.122.066,52	12,85%
Entre 18 e 25 anos	419.362,36	2,54%
Entre 26 e 35 anos	2.471.972,45	14,97%
Entre 36 e 45 anos	3.765.310,79	22,80%
Entre 46 e 55 anos	3.187.042,38	19,29%
Maior que 55 anos	4.551.873,00	27,56%
Total	16.517.627,50	100,00%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observamos que a maior concentração de expostos está na faixa etária de pessoas acima dos 55 anos de idade com 27,56%, em segundo lugar a faixa de idade

entre 36 e 45 anos com 22,80% dos expostos e o menor percentual com 2,54% entre 18 e 25 anos de idade.

Quando realizamos a abertura por idade e passeio nacional conseguimos uma melhor visualização da variação percentual que a idade gera sobre o risco de acordo com o tipo de veículo chamado aqui de categoria tarifária. No passeio nacional por exemplo a variação de prêmio entre uma pessoa maior de 55 anos e uma entre 18 e 25 anos é de 53,35%, enquanto que para as Pick-ups a variação é de 31,92% e para as motocicletas este percentual de variação é de 18,17%. Notamos um comportamento contrário para os veículos de carga onde a variação é negativa, ou seja, um prêmio de risco menor na categoria para um grupo mais jovem, isto pode se dar pela quantidade de expostos na categoria ser pequeno em nossa base, ainda assim o cálculo apresenta este resultado.

Tabela 19 - Variação por categoria tarifária e idade

COD_TARIF	IDADE	PRÊMIO RISCO	VARIAÇÃO
Passeio nacional	Não informada	R\$ 910,33	24,06%
Passeio nacional	Entre 18 e 25 anos	R\$ 1.125,27	53,35%
Passeio nacional	Entre 26 e 35 anos	R\$ 1.031,14	40,52%
Passeio nacional	Entre 36 e 45 anos	R\$ 913,14	24,44%
Passeio nacional	Entre 46 e 55 anos	R\$ 828,36	12,89%
Passeio nacional	Maior que 55 anos	R\$ 733,80	0,00%
Passeio importado	Não informada	R\$ 1.612,79	5,04%
Passeio importado	Entre 18 e 25 anos	R\$ 2.116,46	37,84%
Passeio importado	Entre 26 e 35 anos	R\$ 2.272,20	47,99%
Passeio importado	Entre 36 e 45 anos	R\$ 2.099,83	36,76%
Passeio importado	Entre 46 e 55 anos	R\$ 1.794,96	16,90%
Passeio importado	Maior que 55 anos	R\$ 1.535,40	0,00%
Pick-up (nacional e importado)	Não informada	R\$ 1.308,32	-13,16%
Pick-up (nacional e importado)	Entre 18 e 25 anos	R\$ 1.987,55	31,92%
Pick-up (nacional e importado)	Entre 26 e 35 anos	R\$ 2.133,45	41,61%
Pick-up (nacional e importado)	Entre 36 e 45 anos	R\$ 1.894,52	25,75%
Pick-up (nacional e importado)	Entre 46 e 55 anos	R\$ 1.664,49	10,48%
Pick-up (nacional e importado)	Maior que 55 anos	R\$ 1.506,57	0,00%
Veículo de Carga (nacional e importado)	Não informada	R\$ 1.915,76	-10,36%
Veículo de Carga (nacional e importado)	Entre 18 e 25 anos	R\$ 1.456,10	-31,87%
Veículo de Carga (nacional e importado)	Entre 26 e 35 anos	R\$ 2.529,61	18,36%
Veículo de Carga (nacional e importado)	Entre 36 e 45 anos	R\$ 2.014,87	-5,72%
Veículo de Carga (nacional e importado)	Entre 46 e 55 anos	R\$ 2.103,53	-1,58%
Veículo de Carga (nacional e importado)	Maior que 55 anos	R\$ 2.137,21	0,00%
Motocicleta (nacional e importado)	Não informada	R\$ 211,12	-60,65%

COD_TARIF	IDADE	PRÊMIO RISCO	VARIAÇÃO
Motocicleta (nacional e importado)	Entre 18 e 25 anos	R\$ 633,97	18,17%
Motocicleta (nacional e importado)	Entre 26 e 35 anos	R\$ 508,19	-5,27%
Motocicleta (nacional e importado)	Entre 36 e 45 anos	R\$ 512,18	-4,53%
Motocicleta (nacional e importado)	Entre 46 e 55 anos	R\$ 473,00	-11,83%
Motocicleta (nacional e importado)	Maior que 55 anos	R\$ 536,47	0,00%
Ônibus (nacional e importado)	Não informada	R\$ 762,31	-46,85%
Ônibus (nacional e importado)	Entre 18 e 25 anos	R\$ 833,39	-41,90%
Ônibus (nacional e importado)	Entre 26 e 35 anos	R\$ 471,32	-67,14%
Ônibus (nacional e importado)	Entre 36 e 45 anos	R\$ 740,16	-48,40%
Ônibus (nacional e importado)	Entre 46 e 55 anos	R\$ 650,94	-54,62%
Ônibus (nacional e importado)	Maior que 55 anos	R\$ 1.434,34	0,00%
Outros	Não informada	R\$ 3.474,69	-20,73%
Outros	Entre 18 e 25 anos	R\$ 1.853,52	-57,71%
Outros	Entre 26 e 35 anos	R\$ 2.703,49	-38,32%
Outros	Entre 36 e 45 anos	R\$ 2.500,24	-42,96%
Outros	Entre 46 e 55 anos	R\$ 3.793,09	-13,46%
Outros	Maior que 55 anos	R\$ 4.383,22	0,00%

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.2.3 Comparativo por região de tarifação

Da mesma maneira que realizado na seção anterior, demonstramos abaixo a distribuição da quantidade de expostos ao risco separado por região tarifária, onde em 2020 o mercado de automóveis possuía 16,4 milhões de veículos segurados separados em 41 regiões. A região metropolitana de São Paulo, considerando todas as categorias tarifárias em conjunto apresentou a maior concentração de 18,45% do total de veículos. A região de Ribeirão Preto e Demais Mun. De Campinas apresentaram a concentração de 12,48%. A menor concentração está no AP – Amapá com 0,04% dos registros.

Tabela 20 - Distribuição por região

Região	Exposição	Percentual
SP - Met. de São Paulo	3.033.606	18,45%
SP - Ribeirão Preto e Demais Mun. de Campinas	2.051.983	12,48%
MG - Met. BH-Centro Oeste-Zona Mata-C. Vertentes	979.777	5,96%
RJ - Met. do Rio de Janeiro	897.940	5,46%
RS - Met. Porto Alegre e Caxias do Sul	738.640	4,49%
RS - Demais regiões	658.519	4,00%
PR - Met. Curitiba	632.469	3,85%
SP - Grande Campinas	582.283	3,54%

Região	Exposição	Percentual
BA - Bahia	560.490	3,41%
SP - Vale do Paraíba e Ribeira	478.790	2,91%
PR - Demais regiões	441.890	2,69%
SC - Blumenau e demais regiões	437.772	2,66%
PE - Pernambuco	437.637	2,66%
GO - Goiás	433.278	2,63%
DF - Brasília	364.521	2,22%
RJ - Interior	317.818	1,93%
MG - Triângulo mineiro	312.831	1,90%
ES - Espírito Santo	291.246	1,77%
SC - Met. Florianópolis e Sul	284.065	1,73%
CE - Ceará	269.077	1,64%
MG - Sul	261.082	1,59%
MT - Mato Grosso	226.577	1,38%
SC - Oeste	182.931	1,11%
MS - Mato Grosso do Sul	172.187	1,05%
PR - F. Iguazu-Medianeira-Cascavel-Toledo	157.248	0,96%
RN - Rio Grande do Norte	152.512	0,93%
PB - Paraíba	141.868	0,86%
SP - Litoral Norte e Baixada Santista	137.085	0,83%
PA - Pará	136.499	0,83%
SE - Sergipe	113.614	0,69%
AL - Alagoas	99.227	0,60%
MG - Vale do Aço-Norte-Vale Jequitinhonha	94.927	0,58%
MA - Maranhão	91.614	0,56%
PI - Piauí	70.494	0,43%
GO - Sudeste de Goiás	58.653	0,36%
AM - Amazonas	56.716	0,34%
TO - Tocantins	49.488	0,30%
AC - Acre	15.461	0,09%
RR - Roraima	7.189	0,04%
RO - Rondônia	7.174	0,04%
AP - Amapá	6.613	0,04%
Total	16.443.791	100,00%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Selecionamos as cinco principais regiões com maior exposição do passeio nacional e acrescentamos a região RS - Met. Porto Alegre e Caxias do Sul para avaliar a variação do prêmio de risco por categoria tarifária. Utilizamos para cada categoria tarifária sua região com maior exposição para calcular a variação percentual do prêmio de risco, visto cada região apresentar uma concentração de exposição diferente de acordo com a categoria tarifária do veículo.

Para o passeio nacional a região de SP - Ribeirão Preto e Demais Mun. de Campinas apresenta uma variação no prêmio de risco de 17,93% menor que a região de SP - Met. de São Paulo. O RJ - Met. do Rio de Janeiro apresenta uma variação para mais em 22,13% também na comparação com a região de SP - Met. de São Paulo. O RS - Demais regiões apresenta uma variação no prêmio para menos de 14,11%.

As motocicletas, nacionais e importadas, apresentam uma maior variação no prêmio de risco que o passeio nacional entre as regiões de SP apresentadas no quadro abaixo de 54,70%. O RJ - Met. do Rio de Janeiro apresenta prêmio maior em 13,98% que a região de SP - Met. de São Paulo. O RS - Demais regiões tem variação negativa no prêmio de 27,99%.

O passeio importado apresenta um movimento inverso as categorias vistas anteriormente, onde o prêmio nas regiões que não é SP - Met. de São Paulo tem variação positiva sendo: 15,33% em SP - Ribeirão Preto e Demais Mun. de Campinas, 28,55% no RJ - Met. do Rio de Janeiro, 27,68% em MG - Met. BH-Centro Oeste-Zona Mata-C. Vertentes e 19,01% no RS - Demais regiões.

As pick-ups, nacionais e importadas, apresentam a seguinte variação na comparação com a região de SP - Met. de São Paulo: -12,92% em SP - Ribeirão Preto e Demais Mun. de Campinas, -5,98% em MG - Met. BH-Centro Oeste-Zona Mata-C. Vertentes, -6,65% no RS - Demais regiões e -46,05% RJ - Met. do Rio de Janeiro.

Os veículos utilitários, nacionais e importados apresentam a seguinte variação em relação a SP - Ribeirão Preto e Demais Mun. de Campinas: -1,77% em SP - Met. de São Paulo, 13,59% em MG - Met. BH-Centro Oeste-Zona Mata-C. Vertentes, -26,54% no RS - Demais regiões e 46,15% no RJ - Met. do Rio de Janeiro.

Os veículos de carga, nacionais e importados, apresentam a seguinte variação em relação a SP - Ribeirão Preto e Demais Mun. de Campinas: 3,60% em SP - Met. de São Paulo, -7,05% em MG - Met. BH-Centro Oeste-Zona Mata-C. Vertentes, -11,83% no RS - Demais regiões e -13,59% no RJ - Met. do Rio de Janeiro.

Tabela 21- Variação por categoria tarifária e região

Cod_tarif	Região	prêmio risco	Variação
Passeio nacional	SP - Met. de São Paulo	R\$ 869,19	0,00%
Passeio nacional	SP - Ribeirão Preto e Demais Mun. de Campinas	R\$ 713,31	-17,93%
Passeio nacional	MG - Met.BH-Centro Oeste-Zona Mata-C. Vertentes	R\$ 761,37	-12,40%
Passeio nacional	RJ - Met. do Rio de Janeiro	R\$ 1.061,51	22,13%
Passeio nacional	RS - Demais regiões	R\$ 746,53	-14,11%
Passeio nacional	RS - Met. Porto Alegre e Caxias do Sul	R\$ 837,24	-3,68%
Motocicleta (nacional e importado)	SP - Met. de São Paulo	R\$ 827,04	0,00%
Motocicleta (nacional e importado)	SP - Ribeirão Preto e Demais Mun. de Campinas	R\$ 374,62	-54,70%
Motocicleta (nacional e importado)	MG - Met.BH-Centro Oeste-Zona Mata-C. Vertentes	R\$ 397,35	-51,96%
Motocicleta (nacional e importado)	RJ - Met. do Rio de Janeiro	R\$ 942,63	13,98%
Motocicleta (nacional e importado)	RS - Demais regiões	R\$ 595,59	-27,99%
Motocicleta (nacional e importado)	RS - Met. Porto Alegre e Caxias do Sul	R\$ 444,34	-46,27%
Ônibus (nacional e importado)	SP - Ribeirão Preto e Demais Mun. de Campinas	R\$ 571,84	0,00%
Ônibus (nacional e importado)	SP - Met. de São Paulo	R\$ 597,12	4,42%
Ônibus (nacional e importado)	MG - Met.BH-Centro Oeste-Zona Mata-C. Vertentes	R\$ 227,40	-60,23%
Ônibus (nacional e importado)	RS - Demais regiões	R\$ 3.314,48	479,62%
Ônibus (nacional e importado)	RJ - Met. do Rio de Janeiro	R\$ 3.737,78	553,64%
Ônibus (nacional e importado)	RS - Met. Porto Alegre e Caxias do Sul	R\$ 150,45	-73,69%
Outros	SP - Ribeirão Preto e Demais Mun. de Campinas	R\$ 4.089,06	0,00%
Outros	SP - Met. de São Paulo	R\$ 2.406,06	-41,16%
Outros	RS - Demais regiões	R\$ 2.802,35	-31,47%
Outros	MG - Met.BH-Centro Oeste-Zona Mata-C. Vertentes	R\$ 2.580,25	-36,90%
Outros	RJ - Met. do Rio de Janeiro	R\$ 1.659,39	-59,42%
Outros	RS - Met. Porto Alegre e Caxias do Sul	R\$ 2.685,74	-34,32%
Passeio importado	SP - Met. de São Paulo	R\$ 1.541,75	0,00%
Passeio importado	SP - Ribeirão Preto e Demais Mun. de Campinas	R\$ 1.778,16	15,33%
Passeio importado	RJ - Met. do Rio de Janeiro	R\$ 1.981,96	28,55%
Passeio importado	MG - Met.BH-Centro Oeste-Zona Mata-C. Vertentes	R\$ 1.968,48	27,68%
Passeio importado	RS - Demais regiões	R\$ 1.834,84	19,01%
Passeio importado	RS - Met. Porto Alegre e Caxias do Sul	R\$ 837,24	-45,70%
Pick-up (nacional e importado)	SP - Met. de São Paulo	R\$ 1.527,67	0,00%
Pick-up (nacional e importado)	SP - Ribeirão Preto e Demais Mun. de Campinas	R\$ 1.330,25	-12,92%
Pick-up (nacional e importado)	MG - Met.BH-Centro Oeste-Zona Mata-C. Vertentes	R\$ 1.436,35	-5,98%
Pick-up (nacional e importado)	RS - Demais regiões	R\$ 1.426,07	-6,65%

Cod_tarif	Região	prêmio risco	Varição
Pick-up (nacional e importado)	RJ - Met. do Rio de Janeiro	R\$ 2.231,15	46,05%
Pick-up (nacional e importado)	RS - Met. Porto Alegre e Caxias do Sul	R\$ 1.561,33	2,20%
Utilitários (nacional e importado)	SP - Ribeirão Preto e Demais Mun. de Campinas	R\$ 2.499,39	0,00%
Utilitários (nacional e importado)	SP - Met. de São Paulo	R\$ 2.455,25	-1,77%
Utilitários (nacional e importado)	MG - Met.BH-Centro Oeste-Zona Mata-C. Vertentes	R\$ 2.839,09	13,59%
Utilitários (nacional e importado)	RS - Demais regiões	R\$ 1.836,14	-26,54%
Utilitários (nacional e importado)	RJ - Met. do Rio de Janeiro	R\$ 3.652,96	46,15%
Utilitários (nacional e importado)	RS - Met. Porto Alegre e Caxias do Sul	R\$ 1.753,33	-29,85%
Veículo de Carga (nacional e importado)	SP - Ribeirão Preto e Demais Mun. de Campinas	R\$ 1.894,82	0,00%
Veículo de Carga (nacional e importado)	SP - Met. de São Paulo	R\$ 1.963,04	3,60%
Veículo de Carga (nacional e importado)	MG - Met.BH-Centro Oeste-Zona Mata-C. Vertentes	R\$ 1.761,17	-7,05%
Veículo de Carga (nacional e importado)	RS - Demais regiões	R\$ 1.670,73	-11,83%
Veículo de Carga (nacional e importado)	RJ - Met. do Rio de Janeiro	R\$ 1.637,33	-13,59%
Veículo de Carga (nacional e importado)	RS - Met. Porto Alegre e Caxias do Sul	R\$ 1.545,68	-18,43%

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.2.4 Comparativo por Ano do Veículo

Realizamos a abertura da quantidade de veículos expostos por ano do modelo, e calculamos seu percentual de concentração. Excluímos da tabela abaixo os anos de modelo que representavam menos que 0,5% da exposição e obtemos o seguinte resultado: Os veículos de ano 2019, base de dados de 2020, apresentam a maior exposição com 11,01% do total, seguidos do ano 2018 com 10,72% do total e do ano 2014 com 10,06% do total expostos.

Nota-se que não necessariamente a quantidade maior de veículos expostos está concentrada nos veículos de modelos mais novos conforme tabela abaixo:

Tabela 22 - Distribuição por ano do veículo

ANO_MODELO	EXPOSIÇÃO	PERCENTUAL
2019	1.818.033	11,01%
2018	1.770.782	10,72%
2014	1.661.214	10,06%
2015	1.624.502	9,84%
2013	1.573.348	9,53%
2017	1.307.317	7,92%
2016	1.264.462	7,66%
2012	1.215.190	7,36%
2011	994.063	6,02%
2010	767.778	4,65%
2009	547.625	3,32%
2008	472.957	2,86%
2020	312.876	1,89%
2007	285.350	1,73%
2006	192.915	1,17%
2005	162.088	0,98%
2004	119.559	0,72%
2003	85.499	0,52%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para uma melhor visualização na tabela abaixo selecionamos os cinco anos de veículos com a maior quantidade de expostos de acordo com o ano do modelo. Tomamos como base de cálculo da variação do prêmio de risco os anos de modelo com maior exposição, sendo estes diferentes de acordo com a categoria tarifária, por exemplo, o passeio nacional tem sua maior exposição concentrada no ano do modelo 2014, já as motocicletas têm sua concentração maior no ano 2019, o passeio importado no ano de 2014, as pick-ups têm sua concentração no ano de 2018 e os veículos de carga no ano de 2013.

Observamos um prêmio de R\$ 887,45 para os veículos passeio nacional ano 2014 enquanto um ano modelo 2015 tem prêmio de R\$ 942,81, uma variação de 6,24%, porém um ano modelo 2019 já apresenta prêmio de risco de R\$ 1.056,29, um veículo mais novo teoricamente mais conservado pode apresentar um maior prêmio de risco.

As motocicletas, nacionais e importadas, apresentaram a seguinte variação no comparativo com o ano de 2019 que é sua maior concentração de expostos: -0,04% ano 2018, -2,15% ano 2017, -13,89% ano 2015, -7,02% ano 2016.

O passeio importado, apresentaram a seguinte variação no comparativo com o ano de 2012 que é sua maior concentração de expostos: 20,18% ano 2014, 2,08% ano 2013, 0,56% ano 2011, 31,10% ano 2015.

As pick-ups, nacionais e importadas, apresentaram a seguinte variação no comparativo com o ano de 2018 que é sua maior concentração de expostos: 5,63% ano 2019, 6,73% ano 2017, 4,95% ano 2015, -0,31% ano 2016.

Os utilitários, nacionais e importadas, apresentaram a seguinte variação no comparativo com o ano de 2019 que é sua maior concentração de expostos: 20,52% ano 2018, -1,90% ano 2014, 8,02% ano 2015, -10,97% ano 2013.

Os veículos de carga, nacionais e importadas, apresentaram a seguinte variação no comparativo com o ano de 2013 que é sua maior concentração de expostos: -2,30% ano 2011, 9,49% ano 2014, -5,94% ano 2012 e -13,74% ano 2010.

Tabela 23 - Variação por categoria tarifária e ano do veículo

COD_TARIF	ANO_MODELO	EXPOSICAO	PRÊMIO RISCO	VARIAÇÃO
Passeio nacional	2014	1.212.649,46	R\$ 887,45	0,00%
Passeio nacional	2015	1.174.382,78	R\$ 942,81	6,24%
Passeio nacional	2013	1.137.116,89	R\$ 823,03	-7,26%
Passeio nacional	2019	1.093.723,57	R\$ 1.056,29	19,02%
Passeio nacional	2018	1.078.087,62	R\$ 1.014,13	14,27%
Motocicleta (nacional e importado)	2019	190.935,70	R\$ 542,27	0,00%
Motocicleta (nacional e importado)	2018	125.953,21	R\$ 520,36	-4,04%
Motocicleta (nacional e importado)	2017	67.228,77	R\$ 530,60	-2,15%
Motocicleta (nacional e importado)	2015	58.141,13	R\$ 466,94	-13,89%
Motocicleta (nacional e importado)	2016	52.023,32	R\$ 504,19	-7,02%
Ônibus (nacional e importado)	2014	1.918,62	R\$ 579,31	0,00%
Ônibus (nacional e importado)	2019	1.664,55	R\$ 853,49	47,33%
Ônibus (nacional e importado)	2011	1.519,05	R\$ 361,82	-37,54%
Ônibus (nacional e importado)	2013	1.271,07	R\$ 844,33	45,75%
Ônibus (nacional e importado)	2010	1.061,22	R\$ 567,47	-2,04%
Outros	2019	25.972,37	R\$ 5.579,26	0,00%
Outros	2014	24.649,75	R\$ 4.091,16	-26,67%
Outros	2013	23.765,97	R\$ 3.921,57	-29,71%
Outros	2018	18.759,72	R\$ 4.643,51	-16,77%
Outros	2011	18.184,36	R\$ 2.495,73	-55,27%
Passeio importado	2012	86.764,46	R\$ 1.729,70	0,00%
Passeio importado	2014	79.272,75	R\$ 2.078,80	20,18%
Passeio importado	2013	69.718,46	R\$ 1.765,66	2,08%

COD_TARIF	ANO_MODELO	EXPOSICAO	PRÊMIO RISCO	VARIAÇÃO
Passeio importado	2011	65.918,65	R\$ 1.739,32	0,56%
Passeio importado	2015	65.093,68	R\$ 2.267,67	31,10%
Pick-up (nacional e importado)	2018	460.486,20	R\$ 1.717,95	0,00%
Pick-up (nacional e importado)	2019	434.264,98	R\$ 1.814,60	5,63%
Pick-up (nacional e importado)	2017	324.329,87	R\$ 1.833,65	6,73%
Pick-up (nacional e importado)	2015	283.254,90	R\$ 1.802,95	4,95%
Pick-up (nacional e importado)	2016	278.103,64	R\$ 1.712,70	-0,31%
Utilitários (nacional e importado)	2019	11.643,53	R\$ 2.598,08	0,00%
Utilitários (nacional e importado)	2018	9.648,58	R\$ 3.131,18	20,52%
Utilitários (nacional e importado)	2014	8.314,89	R\$ 2.548,63	-1,90%
Utilitários (nacional e importado)	2015	7.694,37	R\$ 2.806,53	8,02%
Utilitários (nacional e importado)	2013	7.019,38	R\$ 2.312,98	-10,97%
Veículo de Carga (nacional e importado)	2013	48.479,75	R\$ 2.156,11	0,00%
Veículo de Carga (nacional e importado)	2011	44.625,26	R\$ 2.106,50	-2,30%
Veículo de Carga (nacional e importado)	2014	41.440,63	R\$ 2.360,62	9,49%
Veículo de Carga (nacional e importado)	2012	41.332,58	R\$ 2.027,98	-5,94%
Veículo de Carga (nacional e importado)	2010	29.884,70	R\$ 1.859,84	-13,74%

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.2.5 Composição por Risco: Roubo, Colisão, Incêndio, Outros

Fora realizado o cálculo do prêmio de risco geral da base de dados, agrupando os sinistros de roubo ou furto, colisão com perda parcial ou total, incêndio e outros que se referem as coberturas de assistência.

Tabela 24 - Distribuição do prêmio de risco

PERC_ROUBO	PERC_COLISAO	PERC_INCENDIO	PERC_OUTROS	TOTAL
22,7779%	63,6425%	0,9522%	12,6274%	100%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na sequência foram calculados os prêmios de risco separados por risco, ou seja, o cálculo de risco para o roubo e furto, para a colisão, para o incêndio e para a assistência. Em seguida foram comparadas sua representação da taxa total geral.

Temos como resultado que a taxa de colisão representa 63,6% do risco, enquanto a taxa de roubo e furto representa 27,8% do risco, a taxa de assistência representa 12,6% do risco e incêndio fica com a menor fatia de apenas 0,95%.

6 CONCLUSÃO

A presente dissertação buscou apresentar a análise do mercado de seguros de automóveis no Brasil durante o período de oito anos compreendidos dentre os anos de 2014 até 2021, inclusive durante a pandemia da COVID-19. Propomos analisar o comportamento, composição e tendências das principais variáveis que compõem o mercado segurador, inclusive analisar como se comporta a exposição dos veículos e a formação do seu prêmio de risco. O estudo da exposição e variação de prêmio de risco entre perfis de gênero, idade do condutor, ano do modelo do veículo e região de tarifação, foram analisados individualmente e na combinação com as suas categorias tarifárias. As variáveis analisadas foram as das séries temporais mensais de prêmio emitido, prêmio ganho, despesa comercial, despesas e receitas com resseguro, sinistralidade, comissionamento e margem de resultado operacional. Viu-se como necessária a análise do comportamento do consumidor sob condições de incerteza, as curvas de utilidade dos consumidores de seguros, os modelos de demanda e oferta de seguros e as questões ligadas ao risco moral e seleção adversa nos contratos de seguros – a teoria que dá suporte às decisões nesse mercado.

Quando o consumidor decide comprar o seguro ele está transferindo seu risco de perda financeira à seguradora em contrapartida ao pagamento do prêmio, permitindo que sua riqueza no estado de sinistro seja a mesma no estado de não sinistro. Ou seja, ocorrendo ou não ocorrendo um acidente com o veículo segurado, sua riqueza será dada pela riqueza inicial deduzido o prêmio de seguro. O prêmio de seguro permite ao consumidor abrir mão de um consumo no estado bom para obter mais consumo no estado ruim.

Para analisar a contratação do seguro e a utilidade dos diferentes tipos de consumidores é importante que se tenha o conhecimento do risco, pois o risco tem suas probabilidades associadas e resultados possíveis conhecidos, uma vez que o estado de incerteza é quando o consumidor se depara com uma variável aleatória cuja distribuição de probabilidade é desconhecida. A condição de incerteza tratada aqui se limita à ocorrência ou não ocorrência do sinistro, e tem seu risco conhecido. As probabilidades associadas baseiam-se na frequência com que os eventos tendem a ocorrer, dada uma

exposição total de veículos, e, se ocorrerem os sinistros, qual seria a perda esperada da riqueza. É necessário o conhecimento dos resultados possíveis e probabilidades associadas para que a seguradora possa calcular o prêmio de risco a cobrar do segurado. Porém há situações nas quais não se tem essas informações em quantidade suficiente, tendo a seguradora de utilizar da experiência de riscos similares ou a experiência externa para a definição do prêmio. As companhias seguradoras são neutras ao risco e estão preocupadas com os lucros esperados e levam em consideração apenas as probabilidades de ocorrência e perda nos sinistros.

Na apuração dos prêmios foram listados dois pontos de importância quanto à informação e atitude do segurado, que podem prejudicar a operação uma vez que é essencial que as probabilidades de perda sejam igualmente conhecidas pelas partes em um contrato de seguro. O mercado de seguros tem problemas quando os proponentes têm mais informações que a seguradora referente ao seu risco e bem segurado, configurando-se uma situação de seleção adversa. Se as seguradoras soubessem o potencial completo do risco e proponentes, poderia cobrar prêmios mensuráveis com o risco. O risco moral, por sua vez, ocorre quando o segurado tem atitudes diferentes com relação ao risco quando contratado o seguro. Ele passa a ser menos cuidadoso e a dirigir com menos cautela, por exemplo, após a contratação do seguro, agravando o risco.

Estabelecidos os pressupostos teóricos de funcionamento desse mercado, passamos à análise da base de dados em termos de sua evolução temporal. Analisando os dados da série temporal de prêmio emitido observa-se que a maior produção é realizada nos meses de dezembro e a menor produção se observa nos meses de fevereiro de cada ano. Durante o ano de 2021 foram emitidos R\$ 38,27 bilhões em prêmios nos quatro principais ramos do seguro auto, que correspondem a 0,44% do PIB neste mesmo ano. A série de prêmio emitido apresentou tendência de decrescimento real no período, constatada pelo coeficiente angular negativo da reta de regressão. O prêmio ganho, da mesma forma que o prêmio emitido, apresentou tendência de decrescimento no período. Analisando a composição por ramo, observamos que o ramo de casco representa 69% de todo o prêmio ganho, ficando o RCF-V com 22%, APP com 2% e as assistências com 8%. Nota-se, para a representatividade da assistência, que em 2014 era 6% do total do prêmio ganho e em 2021 representava 12%. O comparativo gráfico

das duas séries, prêmio ganho e prêmio emitido, mostrou que a linha de prêmio ganho ultrapassa a linha de prêmio emitido em alguns pontos justificando uma queda na produção em períodos anteriores.

Os sinistros avisados, em reais, apresentaram uma tendência de decrescimento. O aumento da exposição ao risco pode gerar aumento nos sinistros avisados, mas não necessariamente na sinistralidade que é a fração que representa o sinistro avisado pelo prêmio ganho. O gráfico da série de sinistros avisados apresentou um comportamento fora do padrão a partir do mês de março de 2020, período de início da pandemia, quando os sinistros avisados diminuíram consideravelmente. A série parcial apresentou tendência de decrescimento. A sinistralidade apresentou tendência de redução pois o prêmio ganho e sinistro avisado decresceram a taxas diferentes. A sinistralidade no comparativo anual obteve seu menor valor de 55% no ano de 2020 durante o ano de início da pandemia, recuperando-se no ano de 2021 atingindo 63%. De maneira similar, a sinistralidade com resseguro também apresenta tendência de decrescimento. Analisando a sinistralidade por ramo, vimos que o mercado, no total dos oito anos, apresenta a seguinte sinistralidade: Casco com 64% de sinistralidade, RCF-V com 65% de sinistralidade, APP com 6% de sinistralidade e assistência com 46% de sinistralidade.

O comissionamento e margem apresentaram tendências de crescimento no período analisado. No comparativo anual, vimos que o comissionamento tem aumentado, mas sua variação é baixa, apresentando seu mínimo em 2015 de 19,40% e máximo de 21,11% em 2021. A margem por sua vez teve seu melhor resultado no ano de 2020 com 24%.

Foram testadas as hipóteses para as médias de prêmio ganho e sinistros ocorridos, antes e durante a pandemia, de modo a avaliarmos estatisticamente se a diferença das médias de prêmio ganho ou sinistros ocorridos são significativas e reduziram-se durante a pandemia. Com 95% de confiança podemos afirmar que as médias de prêmio ganho e sinistro ocorrido são diferentes nestes períodos, sendo menores no período da pandemia, conforme esperado.

Utilizamos a base de dados de 6,15 milhões de observações e 19 variáveis para obtermos a exposição e taxa de risco de acordo com os perfis dos segurados. O total de veículos segurados no Brasil era de 16,52 milhões em 2020, com a cobertura de casco

ramo 531 contratado. Encontramos 8,4 mil modelos de veículos diferentes dentre estes. Os três modelos de maior exposição apresentaram prêmios de risco, respectivamente, de R\$ 862,60, R\$ 1.341,16 e R\$ 791,20. Lembrando que o cálculo de exposição leva em consideração o tempo observado de vigência do veículo no período. Do total de veículos expostos 72,44% são da categoria tarifária passeio nacional, e 17,76% são da categoria Pick-up nacional e importada. As motocicletas representam 4,64% enquanto os ônibus, classificados nesta categoria e neste produto representam apenas 0,01%.

A classificação da exposição por gênero apresentou que do total de veículos expostos 54,77% são dos segurados do sexo masculino, 43,45% do sexo feminino e 1,78% de pessoa jurídica. Para uma melhor precisão no comparativo da variação do prêmio entre sexo, fizemos uma separação intermediária da categoria tarifária e sexo. Utilizamos o sexo masculino como ponto de partida de prêmio para comparar as variações, tendo em vista que o sexo masculino representa a maioria da exposição total. Pudemos observar que o prêmio de risco do sexo feminino é 21% menor que o prêmio de risco do sexo masculino na categoria de Passeio Nacional, 31% menor no Passeio Importado, 21% menor nas Pick-ups e 41% menor nas motocicletas.

Observamos que a maior concentração de expostos está na faixa etária de pessoas acima dos 55 anos e em segundo lugar a faixa entre 36 e 45 anos. O menor percentual, está na faixa entre 18 e 25 anos de idade. No passeio nacional, a variação de prêmio entre uma pessoa maior de 55 anos e uma entre 18 e 25 anos é de 53,35%, enquanto que para as pick-ups a variação é de 31,92% e para as motocicletas este percentual de variação é de 18,17%.

O mercado de automóveis tem sua exposição dividida em 41 regiões. A região metropolitana de São Paulo, considerando-se todas as categorias tarifárias em conjunto apresentou a maior concentração, 18,45% do total de veículos. As regiões de Ribeirão Preto e Demais Mun. De Campinas apresentaram a concentração de 12,48% e a menor concentração está no Amapá com 0,04% dos registros. A variação de prêmio de risco para o passeio nacional, separado por região, apresentou variação máxima de 22,13% na região metropolitana do Rio de Janeiro comparada com a região metropolitana de São Paulo. A região do Rio Grande do Sul apresentou variação no prêmio de risco de -14,11% também comparada com a região metropolitana de São Paulo.

Analisando-se a abertura dos expostos por ano de modelo do veículo, notamos que não necessariamente a quantidade maior de veículos expostos está concentrada nos veículos de modelos mais novos. Os veículos de ano 2019, base de dados de 2020, apresentam a maior exposição com 11,01% do total, seguidos do ano 2018 com 10,72% do total e do ano 2014 com 10,06% do total de expostos.

Por fim, foram analisados os prêmios de risco separados por tipo de risco: Roubo, Colisão, Incêndio e Assistências. Os resultados mostraram que a taxa de colisão representa 63,6% do risco, a taxa de roubo e furto representa 27,8% do risco, a taxa de assistência representa 12,6% do risco e incêndio fica com a menor fatia, com apenas 0,95%.

A análise dos indicadores de performance do setor e suas tendências e da composição e exposição dos principais perfis de risco é essencial para entender este mercado, que vimos estar atingindo bons índices de sinistralidade e margem no decorrer dos anos analisados. Como sugestão de trabalhos futuros, recomendamos o estudo e aplicação de Modelos Lineares Generalizados na modelagem de frequência, severidade e prêmio de risco para os dados de seguros de automóveis, assim como o estudo do papel da concorrência na determinação dos prêmios e o estudo da diferença de prêmios entre as seguradoras do mercado para um mesmo risco.

REFERÊNCIAS

ANTHONY, William. Lei que regulamenta profissão de corretor de seguros completa 56 anos. **JRS**, 29 dez. 2020. Disponível: <https://jrs.digital/2020/12/29/lei-que-regulamenta-profissao-de-corretor-de-seguros-completa-56-anos/>. Acesso em: 31 mar. 2022.

ARAÚJO, Ângelo Augusto da Silva; SILVA, José Rodrigo Santos. Análise de tendência da sinistralidade e impacto na diminuição do número de operadoras de saúde suplementar no Brasil. **Ciência & Saude Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 8, p. 2763-770, 2018. Disponível: <https://doi.org/10.1590/1413-81232018238.20572016>. Acesso em: 25 abr. 2022.

BESANKO, David *et al.* **A economia da estratégia**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

BRAND, Luciana Scalabrin. **Microseguro**: análise do mercado e perspectivas para o desenvolvimento do microseguro de vida no estado do Rio Grande do Sul. 2011. Dissertação (Mestrado em Economia) - Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/49861>. Acesso em: 22 abr. 2022.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto Lei Nº 73, de 21 de novembro de 1966**. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Seguros Privados, regula as operações de seguros e resseguros e dá outras providências. Brasília, 1966. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0073.htm. Acesso em: 25 abr. 2022.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto Lei Nº 806, de 04 de setembro de 1969**. Ementa. Brasília, 1969. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/declei/1960-1969/decreto-lei-806-4-setembro-1969-375795-norma-pe.html>. Acesso em: 22 abr. 2022.

BRASIL. Presidência da República. **Lei Nº 4.594, de 29 de dezembro de 1964**. Ementa. Brasília, 1964. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4594.htm. Acesso em: 23 abr. 2022.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE SEGUROS GERAIS, PREVIDÊNCIA PRIVADA E VIDA, SAÚDE SUPLEMENTAR E CAPITALIZAÇÃO – CNSEG. **O que é resseguro**. 2022. Disponível em: <https://cnseg.org.br/conheca-a-cnseg/mercado/resseguro/o-que-e-o-resseguro.html#:~:text=Resseguro%20%C3%A9%20a%20opera%C3%A7%C3%A3o%20pela,responsabilidade%20e%20do%20pr%C3%AAmio%20recebido>. Acesso em: 25 abr. 2022.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE SEGUROS GERAIS, PREVIDÊNCIA PRIVADA E VIDA, SAÚDE SUPLEMENTAR E CAPITALIZAÇÃO – CNSEG. **Sistema Nacional de Seguros Privados**. 2022. Disponível em:

<https://cnseg.org.br/conheca-a-cnseg/mercado/estrutura-do-mercado/sistema-nacional-de-seguros-privados.html>. Acesso em: 23 abr. 2022.

CORONAVÍRUS: Brasil confirma primeiro caso da doença. **USA-SUS**, 27 fev. 2022. Disponível: <https://www.unasus.gov.br/noticia/coronavirus-brasil-confirma-primeiro-caso-da-doenca>. Acesso em: 16 mar. 2022.

EUPHASIO JÚNIOR, Jorge Wilson; CARVALHO, João Vinícius França. Resseguro e capital de solvência: Atenuantes da probabilidade de ruína de seguradoras. **Revista de Administração Contemporânea**. São Paulo, v. 26, n. 1, 2012. Disponível: <https://doi.org/10.1590/1982-7849rac2022200191>. Acesso em: 03 abr. 2022

FARIAS, Tadeu Amorim; JESUS, Jordana Cristina de. Tarifação de seguros de automóveis no mercado do Nordeste. **Revista De Informação Contábil**. São Paulo, v. 13, n. 4, 2019. Disponível: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/ricontabeis/article/view/244829>. Acesso em: 02 mar. 2022.

FERNANDEZ, José Carrera. **Curso básico de microeconomia**. Salvador: EDUFBA, 2009.

FERREIRA, Paulo Pereira. **Modelos de precificação e ruína para seguros de curto prazo**. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Seguros - FUNENSEG, 2010.

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS - FIPE. **Índices e indicadores**. 2022. Disponível: <https://veiculos.fipe.org.br/>. Acesso em: 18 abr. 2022.

GOOLSBEE, Austan; LEVITT, Steven; SYVERSON, Chad. **Microeconomia**. São Paulo: Atlas, 2018.

GUIMARÃES, Sérgio Rangel. **Fundamentação atuarial dos seguros de vida: um estudo comparativo entre os seguros de vida individual e em grupo**. Rio de Janeiro: Funeseg, 2004.

HIRAKATA, Vânia Naomi; MANKUSO, Aline Castello Branco; CASTRO, Stela Maria de Jesus. Teste de hipóteses: perguntas que você sempre quis fazer, mas nunca teve coragem. **Clinical and Biomedical Research**, São Paulo, v. 39, n. 2, 2019. Disponível: <https://doi.org/10.4322/2357-9730.93649> Acesso em: 05 jan. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produto interno bruto**. 2021. Disponível: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php> acesso em: 31 mar. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ATUÁRIA - IBA. **O Atuário**. 2021. Disponível: <https://www.atuarios.org.br/o-atuario>. Acesso em: 21 set. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ATUÁRIA - IBA. **O IBA**. 2022. Disponível: <https://atuarios.org.br/o-iba/>. Acesso em: 22 abr. 2022.

IPEADATA. **IPCA**. 2022. Disponível: <http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>. Acesso em: 09 mai. 2022.

KRUGMAN, Paul; WELLS, Robin. **Microeconomia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

LEDO, Bruno Cesar Aurichio. Competição em preços entre corretores de seguros de automóveis. **Estudos Econômicos**. São Paulo, v. 41, n. 4, p. 719-741, 2011. Disponível: <https://doi.org/10.1590/S0101-41612011000400003>. Acesso em: 05 set. 2021.

LIMA, Lilian Maluf; FORTI, Pedro; ALVES NETO, Welison. Determinantes hedônicos sobre o preço de apólices de seguro automotivo. **Revista Administração Em Diálogo**, São Paulo, v. 21, n. 2, 2019. Disponível: <https://doi.org/10.23925/2178-0080.2019v21i2.39210> Acesso em: 20 fev. 2022.

MENDONÇA, Luiz. **O Seguro em retalhos**. Rio de Janeiro: Funeseg, 1997.

MENDONÇA, Heloísa. Economia brasileira encolhe 3,6% em 2016 com aperto do cinto das famílias. **El País**, São Paulo, 07 mar. 2017. Disponível: https://brasil.elpais.com/brasil/2017/03/07/economia/1488889751_879439.html. Acesso em: 05 abr. 2022.

OZAKI, Vitor Augusto; CAMPOS, Rogério Costa. Reduzindo a incerteza no mercado de seguros: uma abordagem via informações de sensoriamento remoto e atuária. **Revista Brasileira De Economia**. São Paulo, v. 71, n. 4, p. 489-514, 2017. Disponível: <https://doi.org/10.5935/0034-7140.20170024>. Acesso em: 03 fev. 2022.

PENIDO, Thiago; MATA DIZ, Jamile Bergamaschine. Proibição de discriminação de preço por gênero nos contratos de seguro: análise econômica da decisão do tribunal da união europeia. **Revista De Derecho Privado**. Bogotá, Colômbia, n. 23, p. 77-115, 2012. Disponível: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0123-43662012000200005&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 06 mar. 2022.

PERES, Vivileine Maria; MALDONADO, Wilfredo L; CANDIDO, Osvaldo. Automobile insurance in Brazil: Market concentration and demand. **Revista Contabilidade & Finanças**. São Paulo, v.30, n. 81, p. 396-408, 2019. Disponível: <https://doi.org/10.1590/1808-057x201808300>. Acesso em: 03 mar. 2022.

PYNDYCK, Robert; RUBINFELD, Daniel. **Microeconomia**. 8. ed. São Paulo: Pearson, 2013.

RODRIGUES, José Ângelo. **Gestão de risco atuarial**. São Paulo: Saraiva, 2008.

ROTHSCHILD, Michael; STIGLITZ, Joseph. Equilibrium in competitive insurance markets: an essay on the economics of imperfect information. **Quarterly Journal of Economics**, v. 90, n. 4, p. 630 – 649, 1976. Disponível: <https://www.uh.edu/~bsorense/Rothschild&Stiglitz.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2022.

SEGOVIA Vargas, Maria Jesús *et al.* Seleção dos fatores de risco nas políticas de seguro de automóveis: uma maneira de aprimorar os lucros das companhias de seguro. **Revista Brasileira de Gestão de Negócio**, São Paulo, v. 17, n. 57, 2015. Disponível: <https://doi.org/10.7819/rbgn.v17i57.1741>. Acesso em: 15 nov. 2021.

SILVA, Ivan de Oliveira. **Seguro DPVAT - À luz do código de defesa do consumidor** São Paulo: Saraiva, 2013.

SUPERINTENDÊNCIA DE SEGUROS PRIVADOS - SUSEP. **Circular SUSEP nº 639, de 09 de agosto de 2021 - Dispõe sobre as regras e os critérios para operação de seguros do grupo automóvel.** 2021. Disponível: <https://www2.susep.gov.br/safe/scripts/bnweb/bnmap.exe?router=upload/25177>. Acesso em: 01 abr. 2022.

SUPERINTENDÊNCIA DE SEGUROS PRIVADOS - SUSEP. **A estrutura dos planos de seguros de danos.** 2021. Disponível: <http://www.susep.gov.br/menu/informacoes-ao-publico/planos-e-produtos/seguros/seguro-de-danos#:~:text=Seguro%20a%20Prazo%20Curto%20%2D%20%C3%89,em%20rela%C3%A7%C3%A3o%20ao%20pr%C3%AAmio%20anual>. Acesso em: 15 mar. 2021.

SUPERINTENDÊNCIA DE SEGUROS PRIVADOS - SUSEP. **Autoseg.** 2022. Disponível: <http://www.susep.gov.br/menuestatistica/Autoseg/principal>. Acesso em: 18 abr. 2022.

SUPERINTENDÊNCIA DE SEGUROS PRIVADOS - SUSEP. **Notícias.** 2021. Disponível: <http://novosite.susep.gov.br/noticias/susep-simplifica-seguro-auto-a-partir-de-1o-de-setembro/>. Acesso em: 24 nov. 2021.

SUPERINTENDÊNCIA DE SEGUROS PRIVADOS - SUSEP. **Perguntas frequentes.** 2021. Disponível: <http://www.susep.gov.br/setores-susep/seger/coate/perguntas-mais-frequentes-sobre-seguros-1>. Acesso em: 17 nov. 2021.

SUPERINTENDÊNCIA DE SEGUROS PRIVADOS - SUSEP. **Relatórios mensais do mercado.** 2022. Disponível: http://www.susep.gov.br/menuestatistica/SES/relatorios-2021/copy_of_relatorios-mensais-do-mercado-supervisionado-2019. Acesso em: 16 mar. 2022.

SUPERINTENDÊNCIA DE SEGUROS PRIVADOS - SUSEP. **Seguro de pessoas.** 2022. Disponível: <http://www.susep.gov.br/menu/informacoes-ao-publico/planos-e-produtos/seguros/seguro-de-pessoas>. Acesso em: 24 abr. 2022.

THURMAN, Paul W. **Estatística, série fundamentos**. São Paulo: Saraiva, 2012.

VARIAN, Hal R. **Microeconomia**: uma abordagem moderna. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

VARIAN, Hal R. **Microeconomic analysis**. 3rd ed. New York: W.W. Norton, 1992.

APÊNDICE A – Códigos do Software R utilizados na Regressão e no cálculo do Prêmio de Risco

Regressões:

```
1   #install.packages("dplyr")
2   library(dplyr)
3   #Série Completa
4
5   dados1 <- read.csv2("Analise.csv")
6   dados_ate_marco_2020 <- filter(dados1, mês_sequencial < 76)
7
8   premio_ganho <- lm(premio_ganho ~ mês_sequencial, data= dados1)
9   summary(premio_ganho)
10
11  premio_emitido <- lm(premio_emitido ~ mês_sequencial, data= dados1)
12  summary(premio_emitido)
13
14  despesa_comercial <- lm(despesa_comercial ~ mês_sequencial, data= dados1)
15  summary(despesa_comercial)
16
17  comissionamento_formula <- lm(comissionamento_formula ~ mês_sequencial, data=
dados1)
18  summary(comissionamento_formula)
19
20  sinistro_ocorrido <- lm(sinistro_ocorrido ~ mês_sequencial, data= dados1)
21  summary(sinistro_ocorrido)
22
23  sinistralidade_formula <- lm(sinistralidade_formula ~ mês_sequencial, data= dados1)
24  summary(sinistralidade_formula)
25
26  sinistralidade_com_resseguro <- lm(sinistralidade_com_resseguro ~ mês_sequencial,
data= dados1)
```

```

27 summary(sinistralidade_com_resseguro)
28
29 margem_formula <- lm(margem_formula ~ mês_sequencial, data= dados1)
30 summary(margem_formula)
31
32 #Série até 03/2020
33
34 sinistro_ocorrido_parcial <- lm(sinistro_ocorrido ~ mês_sequencial, data=
dados_ate_marco_2020)
35 summary(sinistro_ocorrido_parcial)
36
37 sinistralidade_formula_parcial <- lm(sinistralidade_formula ~ mês_sequencial, data=
dados_ate_marco_2020)
38 summary(sinistralidade_formula_parcial)
39
40 sinistralidade_com_resseguro_parcial <- lm(sinistralidade_com_resseguro ~
mês_sequencial, data= dados_ate_marco_2020)
41 summary(sinistralidade_com_resseguro_parcial)
42
43 margem_formula_parcial <- lm(margem_formula ~ mês_sequencial, data=
dados_ate_marco_2020)
44 summary(margem_formula_parcial)

```

Prêmio de Risco:

```

1 library(dplyr)
2 library(tidyr)
3
4 casco1 <- read.csv2("arq_casco_comp2020A.csv")
5 casco2 <- read.csv2("arq_casco_comp2020B.csv")
6 casco1 <- transform(casco1, ANO_MODELO = as.character(ANO_MODELO, REGIAO))
7 casco2 <- transform(casco2, ANO_MODELO = as.character(ANO_MODELO, REGIAO))
8 casco3 <- bind_rows(casco1, casco2)

```

```

9     casco4 <- select(casco3, 1:8, 11:21)
10    casco5 <- mutate(casco4, SOMAINDENIZ = (INDENIZ1 + INDENIZ2 + INDENIZ3 + INDENIZ4
+ INDENIZ9), SOMAFREQ = (FREQ_SIN1+FREQ_SIN2+FREQ_SIN3+FREQ_SIN4+FREQ_SIN9), TOTAL
= "TOTAL")
11    casco6 <- transform(casco5, IDADE = as.character(IDADE))
12    casco7  <- group_by(casco6, COD_MODELO) %>% summarise(EXPOSICAO =
sum(EXPOSICAO1), SINISTROTOT = sum(SOMAINDENIZ), FREQUENCIA = sum(SOMAFREQ))
13
14    PorGeral  <- mutate(casco7, PREMIORISCO = (FREQUENCIA/EXPOSICAO) *
(SINISTROTOT/FREQUENCIA) )
15
16    casco8  <- group_by(casco6, COD_TARIF, SEXO) %>% summarise(EXPOSICAO =
sum(EXPOSICAO1), SINISTROTOT = sum(SOMAINDENIZ), FREQUENCIA = sum(SOMAFREQ))
17    PorSexo_tarif  <- mutate(casco8, PREMIORISCO = (FREQUENCIA/EXPOSICAO) *
(SINISTROTOT/FREQUENCIA) )
18
19    casco9  <- group_by(casco6, COD_TARIF, IDADE) %>% summarise(EXPOSICAO =
sum(EXPOSICAO1), SINISTROTOT = sum(SOMAINDENIZ), FREQUENCIA = sum(SOMAFREQ))
20    PorIdade_tarif  <- mutate(casco9, PREMIORISCO = (FREQUENCIA/EXPOSICAO) *
(SINISTROTOT/FREQUENCIA) )
21
22    casco10 <- group_by(casco6, COD_TARIF, REGIAO) %>% summarise(EXPOSICAO =
sum(EXPOSICAO1), SINISTROTOT = sum(SOMAINDENIZ), FREQUENCIA = sum(SOMAFREQ))
23    PorRegiao_tarif  <- mutate(casco10, PREMIORISCO = (FREQUENCIA/EXPOSICAO) *
(SINISTROTOT/FREQUENCIA) )
24
25    casco11 <- group_by(casco6, COD_TARIF, ANO_MODELO) %>% summarise(EXPOSICAO =
sum(EXPOSICAO1), SINISTROTOT = sum(SOMAINDENIZ), FREQUENCIA = sum(SOMAFREQ))
26    PorAnoModelo_tarif  <- mutate(casco11, PREMIORISCO = (FREQUENCIA/EXPOSICAO) *
(SINISTROTOT/FREQUENCIA) )
27
28    PorGeral <- na.omit(PorGeral)

```

```

29   PorSexo_tarif <- na.omit(PorSexo_tarif)
30   PorIdade_tarif <- na.omit(PorIdade_tarif)
31   PorRegiao_tarif <- na.omit(PorRegiao_tarif)
32   PorAnoModelo_tarif <- na.omit(PorAnoModelo_tarif)
33
34   Coberturas <- group_by(casco6, TOTAL) %>% summarise(EXPOSICAO =
sum(EXPOSICAO1),SIN_ROUBO = sum(INDENIZ1),SIN_COLISAO = sum(INDENIZ2 +
INDENIZ3),SIN_INCENDIO = sum(INDENIZ4), SIN_OUTROS = sum(INDENIZ9),
FREQ_ROUBO = sum(FREQ_SIN1),FREQ_COLISAO = sum(FREQ_SIN2 + FREQ_SIN3),
FREQ_INCENDIO = sum(FREQ_SIN4), FREQ_OUTROS = sum(FREQ_SIN9),
SINISTRO_TOT = sum(SOMAINDENIZ),
FREQ_TOTAL = sum(SOMAFREQ))
35   PorCobertura <- mutate(Coberturas, TX_ROUBO = (FREQ_ROUBO/EXPOSICAO) *
(SIN_ROUBO/FREQ_ROUBO), TX_COLISAO = (FREQ_COLISAO/EXPOSICAO) *
(SIN_COLISAO/FREQ_COLISAO), TX_INCENDIO = (FREQ_INCENDIO/EXPOSICAO) *
(SIN_INCENDIO/FREQ_INCENDIO), TX_OUTROS = (FREQ_OUTROS/EXPOSICAO) *
(SIN_OUTROS/FREQ_OUTROS), TX_TOTAL = (FREQ_TOTAL/EXPOSICAO) *
(SINISTRO_TOT/FREQ_TOTAL))
36   PorCobertura <- select(PorCobertura, 13:17)
37   PercentualCobertura <- mutate(PorCobertura, PERC_ROUBO = TX_ROUBO/TX_TOTAL,
PERC_COLISAO = TX_COLISAO/TX_TOTAL, PERC_INCENDIO = TX_INCENDIO/TX_TOTAL,
PERC_OUTROS = TX_OUTROS/TX_TOTAL )
38   PercentualCobertura <- mutate(PercentualCobertura, TOTAL = PERC_ROUBO +
PERC_COLISAO + PERC_INCENDIO + PERC_OUTROS)
39   PercentualCobertura <- select(PercentualCobertura, 6:10)
40
41   write.csv2(PorGeral, file = "PorGeral_tarif.csv")
42   write.csv2(PorSexo_tarif, file = "PorSexo_tarif.csv")
43   write.csv2(PorIdade_tarif, file = "PorIdade_tarif.csv")
44   write.csv2(PorRegiao_tarif, file = "PorRegiao_tarif.csv")
45   write.csv2(PorAnoModelo_tarif, file = "PorAnoModelo_tarif.csv")
46   write.csv2(PorCobertura, file = "PorCobertura.csv")
47   write.csv2(PercentualCobertura, file = "PercentualCobertura.csv")

```