

MÉTODO DE CÁLCULO DE REAJUSTE POR VARIAÇÃO DE CUSTOS PARA CONTRATOS DE PLANOS DE SAÚDE SUPLEMENTAR A PARTIR DA TEORIA DA CREDIBILIDADE¹

Monize Marques de Oliveira Dias²

José Antônio Lumertz³

Leonardo Baltazar da Silveira⁴

RESUMO

A estimação do percentual de reajuste por variação de custos em contratos de planos de saúde suplementar ainda é um processo subjetivo no meio atuarial. Ainda, a análise da sinistralidade, normalmente utilizada como ferramenta nesse processo, pode gerar uma conclusão viesada, dado a assimetria na distribuição probabilística dos dados de custo assistencial desse setor. Este estudo objetivou implementar um método, para cálculo do reajuste adequado, a partir da Teoria de Credibilidade, com base na sinistralidade estimada pelo método. O método proposto divide-se em 3 partes: predição do custo, a partir do modelo de regressão GLM, cálculo do fator de credibilidade e estimação do reajuste, a partir da adaptação da formulação de precificação da Teoria da Credibilidade. Na modelagem, foram utilizados dados de 69 contratos de determinada operadora, que totalizaram 59.873 beneficiários em 2017. Para validação do método proposto, utilizou-se os dados do ano de 2018, verificando-se se o percentual estimado resultaria em uma sinistralidade esperada de 70%. Considerando-se um cenário com percentual de reajuste não negativo, a sinistralidade média por contrato, caso os reajustes estimados tivessem sido aplicados, seria de 73%, que é, aproximadamente, 5 pontos percentuais abaixo da sinistralidade real observada, permitindo concluir que o método proposto demonstrou-se adequado. Apesar disso, ressalta-se que o método pode não se ajustar corretamente a dados de outras operadoras. Isso deve-se, principalmente, a alta variabilidade, imprevisibilidade e assimetria observado nesse setor.

Palavras-chave: Predição de Custos. Reajuste. Teoria da Credibilidade. Saúde Suplementar. Ciências Atuariais.

¹ Trabalho de Conclusão de Curso apresentado, no segundo semestre de 2019, ao Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Atuariais.

² Graduanda do curso de Ciências Atuariais da UFRGS. (monizedias@hotmail.com).

³ Orientador. Professor do Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais da UFRGS. (jlumertz@terra.com.br)

⁴ Coorientador. Professor do Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais da UFRGS. (leobaltazars@hotmail.com).

METHOD BASED ON CREDIBILITY THEORY ADJUSTMENT ESTIMATION DUE TO RISK VARIATION IN HEALTH INSURANCE PLANS

ABSTRACT

The estimation of the adjustment percentage due to risk variation in health insurance plan contracts is still a subjective process in actuarial science. Furthermore, sinistrality analysis, usually used as a tool in this process, can result in a biased conclusion, given the highly skewed probability distribution of care costs in this sector. This study aims to implement a method developed from Credibility Theory and based on sinistrality percentage, for properly calculate the adjustment estimation. The proposed method presents three parts: cost prediction, based on the GLM regression method, credibility factor calculation and adjustment estimation, by adapting the Credibility Theory pricing formula. In this model, the database used contain 69 contracts of a given health operator, totaling 59.873 beneficiaries in 2017. To validate the proposed method, it was used data from 2018, verifying if the estimated sinistrality percentage would result in an expected estimation of 70%. Considering a scenario with a non-negative readjustment percentage, the average loss per contract, if the estimated readjustments had been applied, would be 73%, which is approximately 5 percentage points below the actual sinistrality, allowing to conclude that the method proposed proved to be appropriate. Nevertheless, it is noteworthy that the method may not adjust correctly to data from other health operators. This is mainly due to the high variability, unpredictability and asymmetry observed in this sector.

Keywords: Costs Prediction. Adjustment. Credibility Theory. Health Insurance. Actuarial Science.

1 INTRODUÇÃO

Uma operadora de plano de saúde (OPS) aceita o risco de reembolsar os gastos provenientes da utilização pelo contratante de determinados serviços de assistência à saúde em contraprestação do pagamento de um prêmio mensal acordado (DUNCAN, 2018, p.4). Existe a possibilidade desse risco alterar-se ao longo do tempo, tanto pela modificação na estrutura etária da população, como pela divergência entre o custo previsto e o realizado, requerendo-se que a operadora reajuste o prêmio anteriormente fixado.

Segundo a Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS, 2005, p.14), que atua como reguladora do setor de planos de saúde suplementar vinculada ao Ministério da Saúde, o “reajuste por variação de custos é o aumento anual de mensalidade do plano de saúde em razão de alteração nos custos”. Essa medida visa o reestabelecimento do equilíbrio econômico-actuarial de determinado contrato, seja esse um contrato individual ou coletivo, isto é, firmado por pessoa física ou jurídica.

A possibilidade da aplicação desse reajuste é prevista no artigo 19, § 1º, da Resolução Normativa - RN nº 195 (BRASIL, 2009), e nos planos coletivos não há obrigatoriedade de aprovação por parte da ANS, desde que respeitada a periodicidade mínima de 12 meses para sua aplicabilidade e que esteja devidamente negociado com a empresa contratante. Assim, as operadoras têm liberdade de utilizar a metodologia que julgarem adequada para determinação do percentual a ser reajustado dos contratos coletivos.

O método de cálculo do reajuste diverge entre as operadoras, mas usualmente há uma verificação da sinistralidade do contrato, ou seja, na proporção de custos em relação a receita observada no período anterior. Conforme exposto pelo Centro de Estudos em Negócios do Insper (2016, p.37), “especialistas do mercado de saúde suplementar indicam que o nível ideal máximo de sinistralidade seria de 70%”. Dessa forma, teoricamente, contratos com índice superior a esse *break-even point* deveriam sofrer reajuste similar ao percentual excedente.

Na prática, entretanto, esse índice está suscetível à distorção causada por eventos que resultam em um custo elevado para a operadora, como internações hospitalares, mas que, diferentemente de consultas médicas, por exemplo, ocorrem de modo mais imprevisível e com uma menor frequência. Tal viés é observado principalmente em contratos em que o número de beneficiários é pequeno, conforme a Lei dos Grandes Números, que, análoga a esse cenário, determina que o custo observado converge para o custo estimado, à medida que o número de beneficiários, ou seja, de dados observados, aumenta.

Considerando-se então essa dificuldade em calcular o reajuste a partir da sinistralidade observada, pode-se buscar auxílio na Teoria da Credibilidade. Essa teoria, segundo Dean (1995), oferece ferramentas para lidar com a aleatoriedade dos dados utilizados na previsão dos custos futuros, a partir da ponderação entre as observações e outros dados mais consistentes. Com isso, é possível apurar o percentual de reajuste a ser aplicado em determinado contrato sem significativas distorções.

Em 2012, visando minimizar a distorção de sinistros altos em contratos menores, a ANS, por meio da RN nº 309, estabeleceu a obrigatoriedade de agrupar contratos coletivos com menos de 30 beneficiários para fins de cálculo e aplicação do reajuste único (BRASIL, 2012). Em 2017, a questão foi novamente analisada, conforme consta na Nota Técnica nº 2013/2017 (ANS, 2017), sendo apresentados argumentos técnicos para modificação desse agrupamento de 30 para 100 beneficiários, o que demonstra a recorrência do tema em questão.

Apesar disso, poucos estudos abordam essa temática, objetivando especificamente calcular um reajuste adequado. A pesquisa de Fuhrer (2015), por exemplo, determina a

população mínima necessária para precificação não distorcida da mensalidade de determinado contrato, mas não para o reajuste desse valor. Assim, este estudo pode ser de grande interesse e relevância tanto para os acadêmicos da área atuarial, quanto para os profissionais dos setores financeiro e jurídico de operadoras.

Dado o contexto exposto anteriormente, a questão problema deste estudo é: Como é possível calcular o percentual de reajuste por variação de custos para contratos de planos de saúde suplementar, a partir da Teoria da Credibilidade? Desta forma, este estudo foi desenvolvido com objetivo de determinar um método de cálculo, a partir da Teoria da Credibilidade, para que a análise dos índices de sinistralidade de um período anterior resulte na apuração não distorcida do percentual de reajuste.

Este estudo está apresenta, após esta introdução, que objetiva contextualizar o tema e apresentar a justificativa do estudo, a questão problema e seus objetivos, as referências teóricas relativas aos fundamentos pertinentes ao tema. Em seguida, consta a classificação deste estudo e a descrição dos procedimentos metodológicos que envolveram o estabelecimento do método de cálculo do reajuste proposto. Ainda, são expostas as análises realizadas e, por fim, as considerações finais deste estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção abordará a fundamentação utilizada no desenvolvimento da metodologia e, posteriormente, na análise dos resultados obtidos. São apresentados os conceitos relacionados aos planos de saúde suplementar e a precificação e reajustes dos contratos desses planos de saúde, além daqueles envolvidos na teoria da credibilidade. Ainda, são apresentadas pesquisas com temas relacionados a este estudo.

2.1 PLANOS DE SAÚDE SUPLEMENTAR

“A saúde suplementar é composta pelos serviços financiados pelos planos e seguros de saúde, sendo predominante neste subsistema. Este possui um financiamento privado, mas com subsídios públicos, e gestão privada regulada pela Agência Nacional de Saúde Suplementar”. (PIETROBON ET AL., 2008, p. 768). Esse setor é definido como suplementar em decorrência da possibilidade de escolha em adquiri-lo, além do acesso já garantido à rede pública de saúde, através do Sistema Único de Saúde (SUS).

Esses serviços de saúde suplementar são oferecidos por meio de operadoras de saúde. Essas consistem em pessoas jurídicas que oferecem planos de assistência à saúde, autorizados previamente pela ANS, que, conforme já mencionado anteriormente, é a agência reguladora responsável por esse setor no Brasil, atuando junto ao Ministério da Saúde. Tal autorização é obtida a partir de um processo de solicitação de registro de funcionamento, que se inicia a partir da entrega de determinados documentos listados pela ANS.

Os planos comercializados por essas operadoras, são definidos pelo artigo 1º da Lei nº 9656 (BRASIL, 1998) como:

Prestação continuada de serviços ou cobertura de custos assistenciais a preço pré ou pós estabelecido, por prazo indeterminado, com a finalidade de garantir, sem limite financeiro, a assistência à saúde, pela faculdade de acesso e atendimento por profissionais ou serviços de saúde, livremente escolhidos, integrantes ou não de rede credenciada, contratada ou referenciada, visando a assistência médica, hospitalar e odontológica, a ser paga integral ou parcialmente às expensas da operadora contratada, mediante reembolso ou pagamento direto ao prestador, por conta e ordem do consumidor.

Esses planos podem ser classificados conforme seu tipo de contratação, podendo ser individual ou familiar; coletivo empresarial; ou coletivo por adesão.

Segundo a RN nº 195 (BRASIL, 2009), o plano individual ou familiar é oferecido para a livre adesão de beneficiários, pessoas naturais. Já o coletivo empresarial, que é o contrato foco deste estudo, oferece cobertura à uma população delimitada e vinculada, por relação empregatícia, às pessoas jurídicas em geral. Por fim, o plano coletivo por adesão oferece cobertura às pessoas físicas que mantenham vínculo com determinadas pessoas jurídicas de caráter profissional, classista ou setorial.

2.2 PRECIFICAÇÃO E REAJUSTES DE MENSALIDADE DE PLANOS DE SAÚDE

A formação de preços dos planos de saúde se dá a partir das estimativas de custos relativos aos serviços prestados pela operadora. Essas estimativas são obtidas a partir de dados estatísticos de utilização do plano ou dados disponibilizados ao mercado pela ANS. Tais dados demonstram que alguns fatores influenciam nos custos assistenciais, como o sexo e idade do beneficiário. Dessa forma, é necessário a realização de um cálculo para apurar a mensalidade de um plano, considerando as variáveis determinantes.

A ANS não interfere na precificação, permitindo que as operadoras estimem os valores que julgarem adequado. Entretanto, conforme a RDC nº 28 (BRASIL, 2000), para obtenção de registro provisório do plano, o profissional responsável pelos cálculos realizados, nesse caso, o

atuário registrado no Instituto Brasileiro de Atuária (IBA), precisa elaborar um documento, denominado Nota Técnica de Registro de Produto (NTRP), que descreva a justificativa da formação inicial dos preços desse plano.

Além disso, conforme trata a RN nº 63 (BRASIL, 2003, art. 3º), a operadora precisa observar certos limites para adoção de variação de preço por faixa etária, ressaltando-se que essas faixas estão estabelecidas na normativa em questão. Tais limitações determinam que:

O valor fixado para a última faixa etária não poderá ser superior a seis vezes o valor da primeira faixa etária; a variação acumulada entre a sétima e a décima faixas não poderá ser superior à variação acumulada entre a primeira e a sétima faixas, as variações por mudança de faixa etária não podem apresentar percentuais negativos.

A mensalidade de cada contrato firmado pela operadora pode ser inicialmente modificada em virtude do perfil do grupo a ser abrangido, desde que essa esteja dentro dos limites de comercialização do plano, ou seja, 30% acima ou abaixo do Valor Comercial da Mensalidade informado na NTRP.

Quando é verificado que esse valor não está condizendo com as estimativas determinadas pelo atuário, requer-se que uma nova análise seja realizada, e, caso julgue necessário, que tal valor seja reajustado, respeitando a periodicidade anual, visando ao reequilíbrio econômico-atuarial do contrato. Essa análise por vezes é empírica, já que existe uma dificuldade de estabelecer um método de cálculo que resulte em um percentual de reajuste que esteja em adequação aos custos efetivamente apurados.

O índice de reajuste máximo dos planos individuais ou familiares é estabelecido de acordo com os critérios de cálculo dispostos na RN nº 441, divulgado anualmente pela ANS. Já o percentual de reajuste dos contratos de planos coletivos, ou seja, dos empresariais e de adesão, apesar de não ser limitado pela ANS, precisa ser estabelecido com base em um critério claro. Do contrário, esse percentual deverá ser limitado ao reajuste máximo estipulado pela ANS ou ser definido por meio da celebração de Termo de Compromisso com o órgão regulador.

2.3 TEORIA DA CREDIBILIDADE

Originada por atuários americanos por volta do ano 1920, a teoria da credibilidade, segundo Mano (1997, p.31), é um método de precificação de seguros em que, sob problemática clássica, inicia-se a partir de um conjunto de contratos, “[...] de alguma forma heterogêneos, que são agrupados para diluir o risco. Assume-se que as estatísticas do grupo a priori são

conhecidas, em particular, o prêmio de risco relativo ao grupo, que representa o valor médio da variável aleatória relativa ao risco de interesse”.

Conforme Kaas *et al.* (2008), o histórico de sinistralidade de determinado contrato sofre variações resultantes de dois fatores: aleatoriedade e qualidade do risco. A aleatoriedade é simplesmente os desvios do parâmetro médio de risco. Quanto à qualidade do risco, a teoria da credibilidade assume que é a forma de determinada distribuição probabilística, sendo a real ocorrência dos sinistros parte amostral dessa distribuição, que tem a qualidade do risco como média.

Assim, o conceito de credibilidade foi introduzido na área atuarial como sendo a medida de confiabilidade que, segundo o profissional dessa área, deve ser atribuída a determinada carteira de apólices com base em dados observacionais desse grupo. Em outras palavras, dizer que a experiência de determinado grupo é pequena representa que os dados de sinistros efetivamente observados futuramente podem ser significativamente diferentes dos que foram coletados no momento da cotação daquele seguro (LONGLEY-COOK, 1962).

O fator de credibilidade, denominado “Z”, consiste no peso na precificação a ser atribuído a experiência própria de um grupo de apólices. Reis (1977, p.50) descreve que esse fator “é um número compreendido entre 0 e 1. No caso de ausência de informação, então $Z=0$, o que permite pressupor que o prêmio puro a tarifar será o prêmio coletivo”. De igual modo, quando $Z=1$ atribui-se credibilidade total aos dados da carteira em questão. De acordo com a Equação (1) de Ferreira (2007):

$$Z = \sqrt{\left(\frac{K}{Z_{1-\alpha/2}}\right)^2 * \frac{\lambda}{1 + \left(\frac{\sigma[X]}{E[X]}\right)^2}} \quad (1)$$

Onde:

K é o percentual de diferença entre o prêmio estimado pela credibilidade e o prêmio real;

$Z_{1-\alpha/2}$ é a estatística de teste para um determinado nível de significância (α) fixado;

λ é o número esperado de sinistros no período;

$\sigma[X]$ é desvio padrão do valor dos sinistros ocorridos no período;

$E[X]$ é a média do valor dos sinistros ocorridos no período.

A ponderação a ser realizada para precificação de determinado risco assumido, a partir desse fator de credibilidade calculado, é dada entre a experiência própria de determinado

contrato e a experiência de contratos de características semelhantes, obtidos a partir de dados disponibilizados pelo mercado do setor em questão. Isso pode ser sistematizado conforme apresenta a Equação (2), expressa a seguir.

$$P_C = Z * P_D + (1 - Z) * P_A \quad (2)$$

Onde:

P_C é o prêmio de risco total calculado pela Teoria da Credibilidade;

P_D é o prêmio de risco total da experiência direta da seguradora;

P_A é o prêmio de risco total da experiência adicional.

Apesar da teoria em questão estar usualmente relacionada à precificação de seguros, principalmente os de danos, é possível relacioná-la às formulações dos reajustes dos contratos no setor de saúde suplementar. Isso porque, conforme exposto anteriormente, a teoria da credibilidade possibilita verificar se determinado contrato possui histórico suficiente de expostos ao risco, nesse caso, de beneficiários, para prever o comportamento do grupo em questão a partir de dados próprios da operadora.

2.4 ESTUDOS RELACIONADOS

Silva (2017) aplicou uma abordagem estatística baseada na Teoria da Credibilidade, pelo modelo de Bühlmann-Straub, a fim de obter a melhor estimativa da precificação da mensalidade de determinado plano de saúde. A autora destaca a existência de limitações do modelo, relacionados ao alto grau de complexidade do setor de saúde, que influenciaram para a imprecisão na previsão dos custos assistenciais, exigindo simplificações que não foram consideradas no modelo desenvolvido no estudo.

Araújo e Silva (2018) analisam as mudanças ocorridas no setor de saúde suplementar nos últimos anos, utilizando o método de regressão linear. O estudo demonstrou que a sinistralidade e taxa de cobertura tiveram uma tendência de crescimento, ao passo que a quantidade de operadoras tendeu a redução. Os autores concluem que esse fenômeno se deve, possivelmente, ao aumento da sinistralidade, que apresenta riscos tanto às atividades das operadoras existentes, quanto à abertura de novas operadoras.

Malehi, Pourmotahari e Angali (2015) desenvolveram um estudo com objetivo de avaliar o comportamento de determinados métodos estatísticos, utilizados em análises de custos

assistenciais, em termos de viés e precisão, a partir de dados assimétricos que, segundo os autores, representam o principal problema em modelos estatísticos deste tipo. Os autores concluem que o modelo de regressão GLM Gamma apresentou um comportamento satisfatório na estimativa da população média dos custos do plano de saúde.

Fuhrer (2015) apresenta em sua pesquisa uma abordagem prática da teoria da credibilidade para precificação de seguro médico. Por meio das formulações básicas relativas a essa teoria, são realizados cálculos a partir de um banco de dados específicos, considerando diversos modelos de credibilidade como modelos com diferentes períodos de experiência da operadora, com hipóteses de *stop-loss* individual (limite de retenção que a operadora assume e com ajuste para efeito *turnover* (rotatividade dos beneficiários).

Bertsimas et al. (2008) fizeram uso de métodos modernos de mineração de dados, aplicados à dados de cerca de 800 mil segurados ao longo de 3 anos, a fim de prever os custos de saúde do terceiro ano. Concluíram a partir deste estudo que: os métodos aplicados fornecem boas previsões de custos médicos; o padrão histórico de dados de custos passados fornece uma boa base para a previsibilidade dessa variável; os dados de custos médicos apenas contribuem para a precisão da previsão de custos de membros de alto custo.

O objetivo deste estudo se assemelha ao de Silva (2017), diferenciando-se pelo fato de que a Teoria da Credibilidade foi utilizada como base para determinação do reajuste, e não para precificação da mensalidade. Ainda, alguns dos procedimentos aplicados neste estudo foram utilizados pelos autores citados em seus estudos, como o de Malehi, Pourmotahari e Angali (2015), sendo a diferença desses estudos para este, a aplicação dos procedimentos em questão e a finalidade do estudo.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo pode ser classificado quanto aos seguintes aspectos: pela forma de abordagem do problema; de acordo com seus objetivos; com base nos procedimentos técnicos utilizados e nas análises realizadas. Além dessas classificações, esta seção também apresentará a descrição dos métodos desenvolvidos neste estudo, ou seja, os procedimentos da análise regressiva dos custos assistenciais, do cálculo do fator de credibilidade e da estimação do reajuste dos contratos contidos na base de dados.

Conforme Gerhardt e Silveira (2009, p. 33) “a pesquisa quantitativa, que tem suas raízes no pensamento positivista lógico, tende a enfatizar o raciocínio dedutivo, as regras da lógica e

os atributos mensuráveis da experiência humana”. Desta forma, neste estudo a questão problema é tratada sob perspectiva quantitativa, utilizando dados numéricos para compor as variáveis estudadas, incorrendo em uma análise estatística atuarial a fim de determinar as incógnitas do problema.

Quanto aos objetivos, Triviños (1987, p. 110) afirma que “o estudo descritivo pretende descrever ‘com exatidão’ os fatos e fenômenos de determinada realidade”. Tal conceituação permite classificar este estudo como descritiva, dado que, com informações coletadas na base de dados da operadora em questão, desenvolveu-se o estudo com intuito de retratar a relação das variáveis número de beneficiários do contrato, índice de sinistralidade e fator de credibilidade, possibilitando determinar o percentual de reajuste de determinado contrato.

Em relação aos procedimentos técnicos utilizados, este estudo caracteriza-se por ser um experimento computacional, dado que se utilizou de determinados dados amostrais e estabeleceu-se as variáveis de interesse, simulando-se então se o método proposto resultará em um cálculo não distorcido do reajuste. Conforme Gil (2008, p. 51), esse tipo de estudo baseia-se em “determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, e definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz”.

Por fim, quanto as análises realizadas, é possível classificar este estudo como descritivo, já que, conforme já exposto, utilizou-se de dados amostrais quantitativos a fim de verificar a qualidade preditiva do método de cálculo de reajuste desenvolvido. Essa classificação se confirma ainda pelo fato de que métodos e ferramentas estatísticas foram manipuladas no desenvolvimento analítico deste estudo, buscando a relação entre as variáveis de interesse em questão.

A população abrangida por este estudo, ou seja, a quais operadoras se aplicam as análises realizadas e os resultados obtidos neste estudo, consiste em um conjunto daquelas operadoras que apresentam contratos empresariais coletivos semelhantes aos apresentados nesse estudo. Ou seja, aqueles contratos em que os beneficiários sejam parecidos aos analisados, no que tange, principalmente, a distribuição etária e perfil de gênero.

O espaço amostral utilizado é composto dos contratos de determinada operadora, excluindo-se aqueles cujo o número de beneficiários é inferior à 30. Dado que esse grupo de contratos, como mencionado anteriormente, recebe reajuste único a ser definido pela operadora, estes foram desconsiderados deste estudo. Desconsideraram-se também os contratos que não apresentaram valores de mensalidade, ou seja, receita, no período em questão.

A partir disso, selecionaram-se os dados dos contratos, utilizando-se o ano base 2017 para realização dos cálculos e análises, expressos nas subseções seguintes. Após a finalização dessa etapa, é realizada a comparação dos resultados obtidos com os valores reais, ou seja, aqueles observados no ano de 2018 para aquele mesmo grupo de contratos. Cabe ressaltar que a variável resposta custo assistencial ficou definida como sendo o custo devido já subtraído da coparticipação paga.

3.1 MODELAGEM ESTATÍSTICA DE DADOS

Segundo Kroese e Chan (2014), a modelagem estatística baseia-se em um conjunto de dados com intuito de solucionar problemas reais. Para isso, requer-se encontrar um modelo estatístico que abranja o conhecimento empírico acerca da realidade e dos dados obtidos. A partir disso, é possível realizar cálculos, análises e inferências que permitem validar a adequação do modelo estabelecido aos dados utilizados e, dessa forma, apresentar conclusões sobre a problemática inicialmente levantada.

Um modelo clássico é a regressão linear múltipla. Conforme apresenta Maia (2013), o modelo em questão busca estabelecer uma relação entre a variável resposta e as preditoras. Osborne e Waters (2002) apresentam que um dos pressupostos desse modelo se remete a normalidade das variáveis, ou seja, que elas seguem uma distribuição de probabilidade Gaussiana. O não atendimento dessa pressuposição pode ocasionar distorções no que diz respeito a correlação das variáveis e testes de significância dos parâmetros do modelo.

Considerando que a relação dos dados de custos e utilização do setor de saúde seguem uma distribuição assimétrica de calda longa, ou seja, não normal (DEB; NORTON, 2018), não é adequado a utilização do modelo de regressão linear múltiplo. Segundo Myers e Montgomery (1997), um modelo de regressão que pode ser utilizada nesses casos em que o pressuposto de normalidade não é atendido é o modelo linear generalizado (GLM).

3.1.1 Modelos Lineares Generalizados

Os Modelos Lineares Generalizados foram introduzidos por Nelder e Wedderburn (1972) para sintetizar um conjunto de outros modelos de regressão em que a variável resposta em seguir distribuições de probabilidade exponenciais. Segundo Cox e Hinkley (1974), pode-se concluir que uma variável faz parte da família de distribuições exponenciais caso sua função

de densidade probabilidade (f.d.p) puder ser expressa conforme a Equação (3). Os parâmetros β do modelo são obtidos a partir da maximização do log da f.d.p em relação a β .

$$f(y_i; \theta_i; \varphi) = \exp \left[\frac{y\theta - b(\theta)}{a(\varphi)} + c(y, \varphi) \right] \quad (3)$$

Onde:

θ é o parâmetro canônico que representa a estimativa local;

φ é o parâmetro de dispersão que representa a escala;

a, b e c são funções que representam a família exponencial.

Conforme destaca Andersen (2008), a suposição de linearidade permanece para o GLM, mas é em relação à variável preditora e não propriamente à variável resposta, ou seja, o parâmetro canônico θ , da Equação (3), depende da variável preditora. Mais especificamente, a média condicional da variável dependente está vinculada a essa variável, a chamada função de vinculação. A Tabela 1 exhibe algumas famílias importantes englobadas pelo modelo GLM e algumas funções de vinculação associadas à essas.

Tabela 1 - Famílias exponenciais importantes e suas funções de vinculação.

Distribuição de Probabilidade	Alcance da média	Função de vinculação
Normal	$(-\infty, +\infty)$	Identity link
Binomial	$-0,1$	Logit link
Poisson	$(0, +\infty)$	Log link
Gamma	$(0, +\infty)$	Log link
Log-Normal	$(0, +\infty)$	Log link

Fonte: Adaptado de Andersen (2008).

Neste estudo, utilizou-se o *software* estatístico *R* para implementar um modelo que relacionasse, após verificação dos possíveis *outliers*, determinadas variáveis preditoras com o custo assistencial, por meio do pacote de funções *stats*, disponível na biblioteca do *R*. Modelou-se os dados a partir de uma GLM Gamma, baseando-se nos resultados obtidos por Malehi, Pourmotahari e Angali (2015), que mostraram que o modelo apresentou um comportamento satisfatório nesse cenário.

Para seleção das variáveis preditoras do modelo, aplicou-se o método de *Backward*. Conforme Ratner (2010), esse método consiste em eliminar variáveis, uma a uma, a partir de um conjunto de variáveis iniciais, permanecendo aquelas que contribuírem significativamente para a predição da variável resposta. Neste estudo, esse método foi implementado por meio da

função *step*, do pacote *stats*, partindo de um modelo primário com aquelas variáveis que, empiricamente, são fatores de influência na determinação do custo assistencial.

Essa função seleciona um conjunto de variáveis preditoras que melhor estima o custo assistencial de determinado beneficiário. Para isso, a função em questão baseia-se no critério de informação *Akaike Information Criteria* (AIC). Esse critério consiste em uma escala de mensuração da adequação do modelo ajustado aos dados originais, utilizando a função de verossimilhança e a ordem do modelo. Nessa escala, quanto menor o valor obtido, mais adequado é o modelo configurado (Akaike, 1974).

3.1.2 Modelo *Two-Part*

Segundo Duan et al. (1983), o Modelo *Two-Part* é uma tentativa de corrigir o problema de beneficiários sem custos relacionados, observado em distribuições, como a Gamma, em que a variável resposta precisa ser maior que zero, estabelecendo um modelo em dois estágios. O primeiro consiste em estabelecer um modelo de contagem que estime a probabilidade de um beneficiário utilizar o plano. No segundo, modela-se o valor do custo do beneficiário, dado que esse utilizou o plano, ou seja, condicionado ao primeiro estágio.

No primeiro estágio, a variável resposta foi definida de modo a assumir dois possíveis valores: 0, caso o beneficiário não tenha utilizado o plano, do contrário, 1; no segundo estágio, a variável em questão abrange os reais custos assistenciais de determinado beneficiário, considerando apenas aqueles estritamente positivos, ou seja, maiores que 0. Dessa forma, a estimativa final dos custos assistenciais para cada beneficiário é obtido a partir da Equação (4).

$$\hat{C}_i = \hat{P}(X > 0) * \hat{Y} \quad (4)$$

Onde:

\hat{C}_i é o custo estimado para determinado beneficiário;

$\hat{P}(X > 0)$ é a probabilidade de se observar um beneficiário que tenha utilizado o plano;

\hat{Y} é a estimativa do custo obtidos no segundo estágio da modelagem.

Neste estudo, utilizou-se o modelo GLM nos dois estágios. No segundo estágio, conforme mencionado na seção anterior, modelou-se uma distribuição Gamma, com função de vinculação dada por log. Já no primeiro estágio, optou-se pela distribuição Binomial, com uma função de vinculação *logit*. Isso deve-se ao fato da Binomial ser ideal em casos em que a

variável resposta apresenta comportamento dicotômico, ou seja, que existem somente dois possíveis resultados, sendo nesse caso, utilizar ou não o plano.

3.2 CÁLCULO DO FATOR DE CREDIBILIDADE E ESTIMAÇÃO DO REAJUSTE

Para cálculo do fator de credibilidade, expresso na Equação (1), presente na seção 2.3, de cada contrato da base de dados da operadora em questão, adaptou-se as variáveis para o cenário de uma operadora. Assim, o cálculo do Z ficou definido da seguinte forma: λ é o número de eventos ocorridos no período; $E[X]$ é o custo médio por evento e $\sigma[X]$ o desvio padrão desses valores. O parâmetro K recebeu o valor de 10%, considerando uma perspectiva não conservadora; e a estatística de teste foi obtida considerando uma significância α de 10%.

O percentual de reajuste é obtido a partir do método de cálculo que este estudo propõe, que é uma adaptação da Equação (2), apresentado na seção 2.3. Nesse método, considera-se que o reajuste a ser aplicado é obtido pela ponderação da proporcionalidade do excedente de sinistralidade, nesse caso, 70%, tendo como numerador o custo real observado e o custo estimado na Equação (4). Dessa forma, o percentual de reajuste pode ser calculado a partir da Equação (5), apresentada a seguir.

$$\hat{R}_j = \left(\frac{C}{0,7 * R} - 1 \right) * Z + \left(\frac{\hat{C}}{0,7 * R} - 1 \right) * (1 - Z) \quad (5)$$

Onde:

\hat{R}_j é percentual de reajuste a ser aplicado no contrato em questão;

C é o custo total real do contrato;

\hat{C} é o custo total estimado, obtido pelo somatório do \hat{C}_i ;

R é a receita real do contrato no período;

Z é o fator de credibilidade calculado.

Os procedimentos descritos nesta seção foram realizados em sequência, afim de alcançar o objetivo deste estudo, que é um método de cálculo de reajuste, exposto anteriormente. A partir da metodologia descrita nesta seção, tanto no que se refere a predição de custos assistenciais, cálculo do fator de reajuste e estimação do percentual de reajuste pelo método proposto, é possível desenvolver as análises pertinentes a este estudo. Tais análises encontram-se descritas na seção seguinte.

4 ANÁLISES REALIZADAS

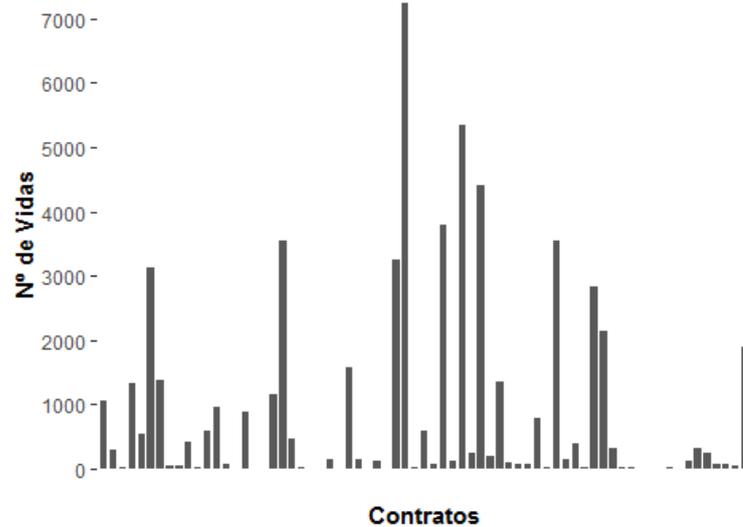
Nesta seção são apresentadas as análises realizadas neste estudo com intuito de alcançar o objetivo proposto. Primeiramente, analisou-se a base de dados utilizada, afim de verificar possíveis inconsistências e demonstrar, estatisticamente, aspectos relevantes dos dados relativos ao ano de 2017. Em seguida, realizou-se a regressão GLM, verificou-se a qualidade preditiva do modelo ajustado. Por fim, estimou-se o reajuste para cada contrato, analisando se o reajuste demonstrou-se adequado em relação ao ano subsequente.

4.1 ANÁLISE DA BASE DE DADOS EM 2017

A base de dados utilizada contém dados dos beneficiários, agrupados por contratos. A base divide-se entre dados de mensalidade, que, neste estudo, também é denominado receita, e dados de custo. Foram desconsiderados aqueles contratos em que a soma das mensalidades de seus beneficiários era inferior a zero, e aqueles em que o total de beneficiários era inferior a 30, dado que esses contratos recebem reajuste único a partir de um agrupamento, conforme já especificado .

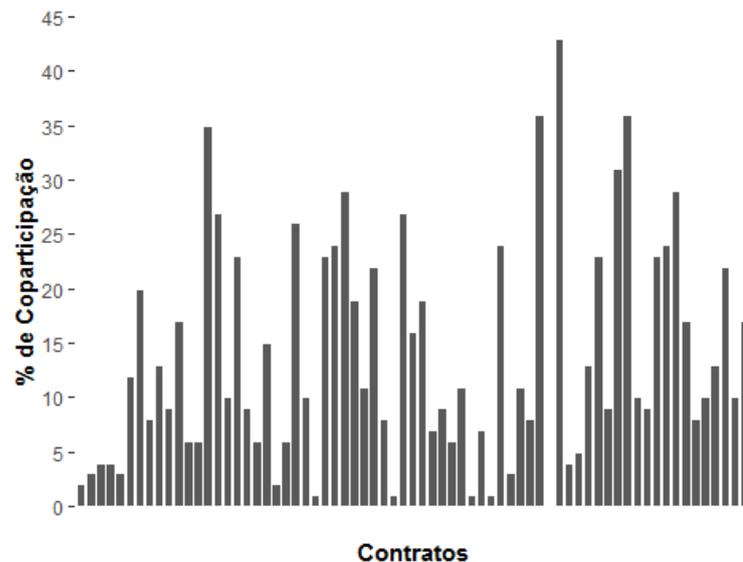
Com isso, a base de dados final utilizada contém 59.873 vidas (dados de beneficiários), agrupados entre 69 contratos. A média de vidas por contrato é 867, com um desvio padrão de ± 1.449 . O menor contrato apresenta 30 vidas e o maior, 7.274 vidas. O percentual médio de coparticipação por contrato, obtido a partir da divisão da coparticipação pelo custo, é de aproximadamente 14%, com um desvio padrão de $\pm 10\%$. As distribuições de vidas e coparticipação por contrato constam nos gráficos da Figura 1 e 2, respectivamente.

Figura 1 – Distribuição de vidas por contrato.



Fonte: Elaborado pelo autor.

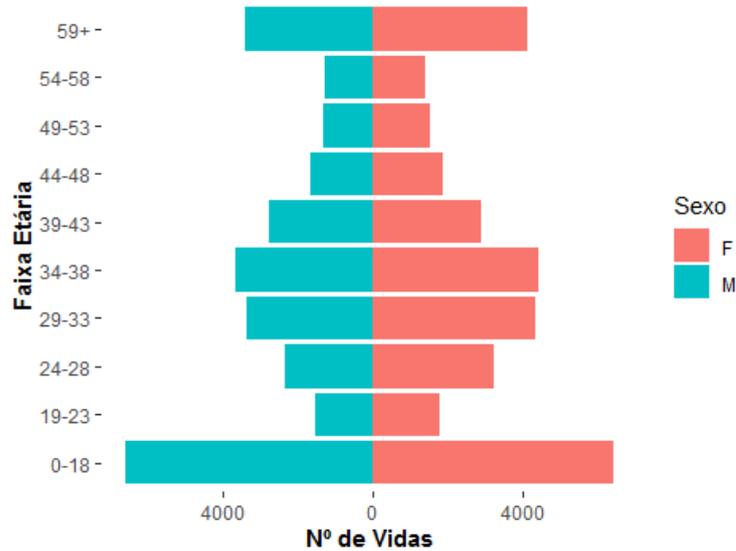
Figura 2 – Distribuição do percentual de coparticipação por contrato.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando os beneficiários em conjunto, verifica-se que a idade média é de 34 anos, com um desvio padrão de ± 19 anos. Ainda, 53% são do sexo feminino e 47%, masculino. A partir dessas duas variáveis, elaborou-se uma pirâmide etária, apresentada na Figura 3, para melhor visualização da distribuição das idades e sexos dos beneficiários da base. Configurou-se os dados em 10 faixas etárias, conforme estabelecido pela ANS na RN n° 63 (BRASIL, 2003).

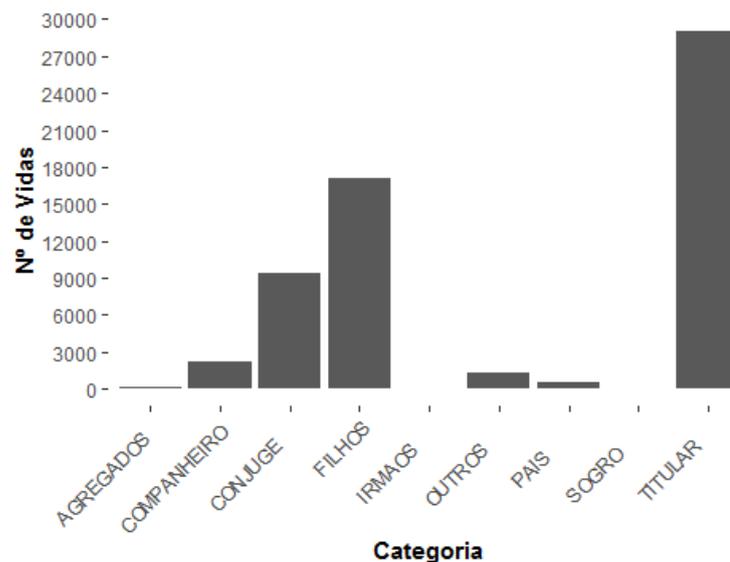
Figura 3 – Pirâmide etária por sexo.



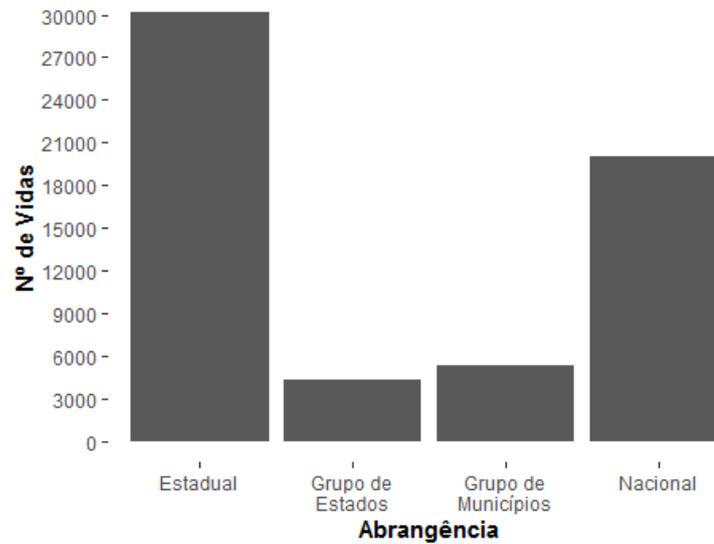
Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação a categoria dos beneficiários, quase 50% são titulares do plano e aproximadamente 29% são filhos e 16% são cônjuges, como encontra-se na distribuição gráfica da Figura 4. Considerando-se a abrangência do plano, a maior parte, em torno de 50%, apresenta plano estadual, e 33% plano nacional, conforme traz a Figura 5. Por fim, dos beneficiários considerados, 92% têm plano na segmentação ambulatorial mais hospitalar com obstetrícia, conforme exposto na Figura 6.

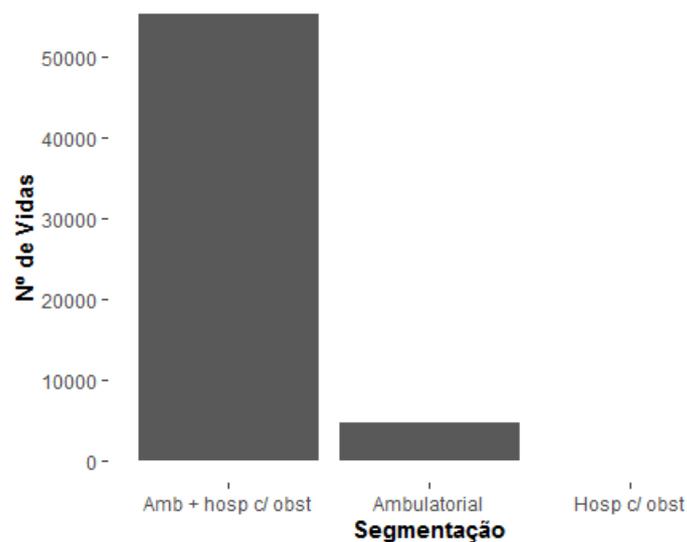
Figura 4 – Distribuição de vidas por categoria.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 5 – Distribuição de vidas por abrangência.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 6 – Distribuição de vidas por segmentação.

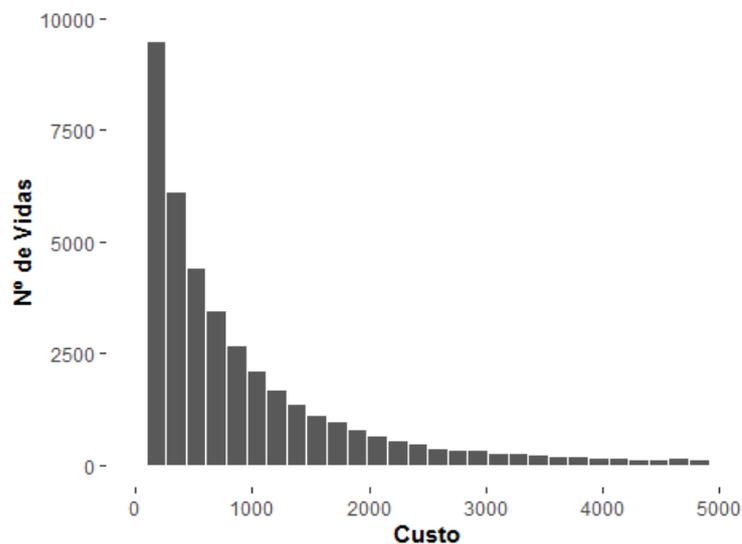
Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise do perfil dos planos, contratos e beneficiários apresentada facilita não somente compreender os dados utilizados neste estudo, como também facilita o processo de inferência estatística, permitindo estabelecer a relação entre esta base e outros dados, para fins de replicação dos métodos desenvolvidos e validação dos resultados obtidos. Além disso, todas as variáveis analisadas nessa seção fazem parte da modelagem preditiva desenvolvida, conforme está especificado na próxima seção.

4.2 ANÁLISE DO MODELO PREDITIVO AJUSTADO

Conforme descrito na seção 3.1, dividiu-se os dados dos beneficiários sem utilização e dos beneficiários com custo assistencial maior que zero, configurando-se dois modelos de regressão GLM. Na base de dados utilizada, aproximadamente 21% dos beneficiários não utilizaram o plano durante o ano de 2017. O custo médio por beneficiário foi R\$ 2.050, com desvio padrão de \pm R\$ 12.838. Ainda, a mediana foi R\$ 360, ou seja, menor que a média, o que demonstra a assimetria positiva dos dados, como pode ser visualizado na Figura 7.

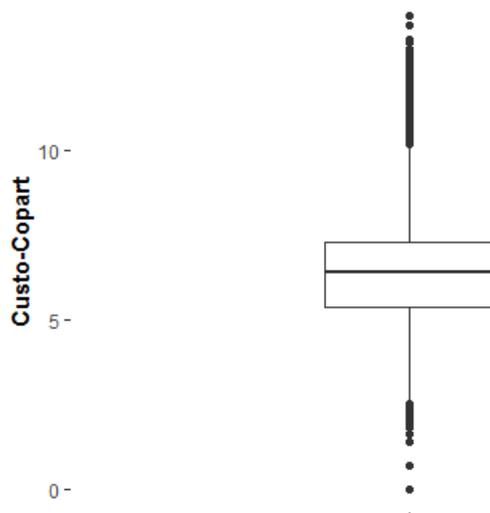
Figura 7 – Distribuição da variável custo assistencial.



Fonte: Elaborado pelo autor.

É possível verificar a existência de *outliers* na base de dados em questão. Para isso, realizou-se a transformação logarítmica, na base e , dado que, conforme já exposto anteriormente, a variável custo assistencial segue uma distribuição probabilística da família das exponenciais. Dessa forma, a aplicação dessa transformação pode reduzir o efeito do viés, diminuindo a calda. A Figura 8 traz o *box-plot* da variável em questão, ressaltando-se a escala gráfica logarítmica.

Figura 8 – *Box-plot* da variável custo assistencial.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota-se a existência de diversas observações que comportam-se como *outliers*. Entretanto, para a modelagem GLM em questão, tais observações não foram removidas, dado que um dos objetivos do estudo é justamente aplicar um reajuste adequado, apesar dos *outliers* existentes. Ainda, considerando que o modelo configurado segue uma distribuição Gamma, que é uma distribuição de calda longa, espera-se que a modelagem não seja distorcida por tais observações.

Os modelos GLM iniciais contemplavam as seguintes variáveis:

- Faixa etária (10 faixas);
- Sexo (1 para feminino e 0 para masculino);
- Percentual de coparticipação;
- Categoria (1 para titular e 0 para os demais);
- Abrangência (1 para nacional, 2 para grupo de estados, 3 para estadual, 4 para grupo de municípios, 5 para municipal e 6 para outros);
- Segmentação do contrato (1 para ambulatorial mais hospitalar com obstetrícia e 0 para os demais).

Utilizando o método *backward*, conclui-se que nenhuma dessas variáveis precisa ser removida dos modelos, dado que todas demonstraram ser estatisticamente significativas. Assim, as equações dos modelos GLM podem ser escritas em função dos parâmetros estimados. O binomial, do primeiro estágio, encontra-se na Equação (6), que estima a probabilidade de um

beneficiário não utilizar o plano, e o Gamma, do segundo estágio, na Equação (7), que estima o custo assistencial do beneficiário, dado que utilizou o plano.

$$\hat{P}(X > 0) = \frac{e^{0,51 + \sum X_i * \hat{\beta}_i}}{1 + e^{0,51 + \sum X_i * \hat{\beta}_i}} \quad (6)$$

$$\hat{\gamma} = e^{6,33 + \sum X_i * \hat{\beta}_i} \quad (7)$$

Onde:

X_i é o valor da variável preditora i , conforme a 2ª coluna da Tabela 2, a seguir;

$\hat{\beta}_i$ é o parâmetro estimado na regressão, conforme a 3ª e 4ª colunas da Tabela 2.

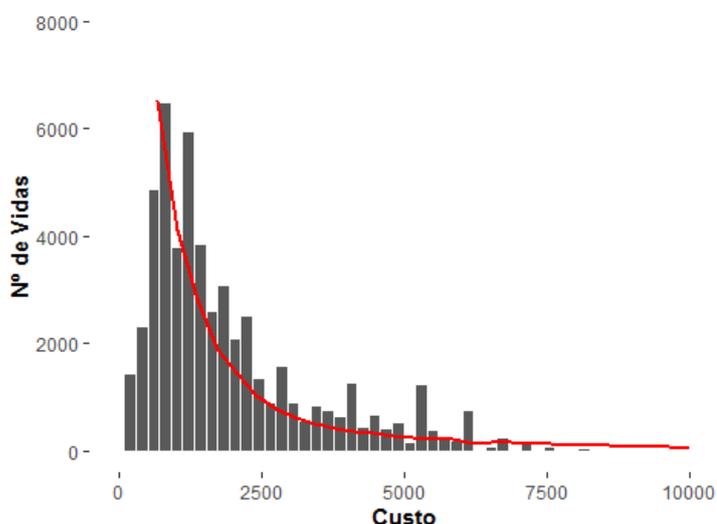
Tabela 2 – Parâmetros da equação de regressão do custo assistencial.

Variável X_i		Binomial $\hat{P}(X > 0)$	Gamma $\hat{\gamma}$
Nome	Valor	Parâmetros $\hat{\beta}_i$	
Sexo	1 ou 0	0,55	0,17
Faixa Etária	1 à 10	0,09	0,20
Coparticipação	% do Contrato	-2,69	-3,70
Titular	1 ou 0	-0,22	-0,11
Segmentação	1 ou 0	0,40	0,58
	2	0,36	0,09
Abrangência	3	0,24	-0,03
	4	0,04	-0,38

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme expresso na Equação (4), na seção 3.1.2, o custo estimado por beneficiário é obtido a partir da multiplicação dos resultados das Equações 6 e 7. A predição do custo para 2018 considerou os mesmos contratos da base do ano de 2017, mas com as alterações da massa de beneficiários em 2018. Assim, a média do custo estimado por beneficiário foi R\$ 1.964, com desvio padrão de \pm R\$ 1.534 e mediana de R\$ 1.474. A Figura 9 apresenta a distribuição do custo estimado e a reta que representa o custo real em 2018.

Figura 9 – Distribuição do custo estimado e reta do custo real.



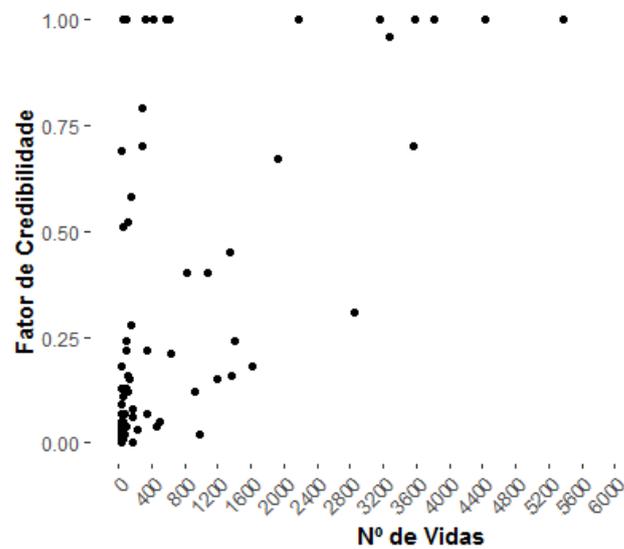
Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota-se que o modelo de regressão ajustado não estima uma calda tão longa quanto a realmente observada, o que resulta em uma diferença de -18% entre o custo estimado total e o real. Isso pode significar que a modelagem lidou com os *outliers* contidos na base. Apesar disso, é possível dizer que o modelo ajustado apresentou uma capacidade preditiva razoável. A partir desses resultados, prosseguiu-se para o cálculo do fator de credibilidade e, então, a estimação do reajuste.

4.3 ANÁLISE DO REAJUSTE ESTIMADO

Com base nos dados do contrato no ano de 2017, calculou-se o fator de credibilidade para cada um. A média da credibilidade foi de 36%, com desvio padrão de $\pm 38\%$. Ainda, 13 contratos foram classificados com credibilidade total. A Figura 10 traz o gráfico de dispersão das vidas de determinado contrato e o fator de credibilidade calculado. Apesar de não ser possível estabelecer uma relação entre essas duas variáveis, observa-se que grande parte dos contratos com menor credibilidade são aqueles com número de beneficiários inferior a 400.

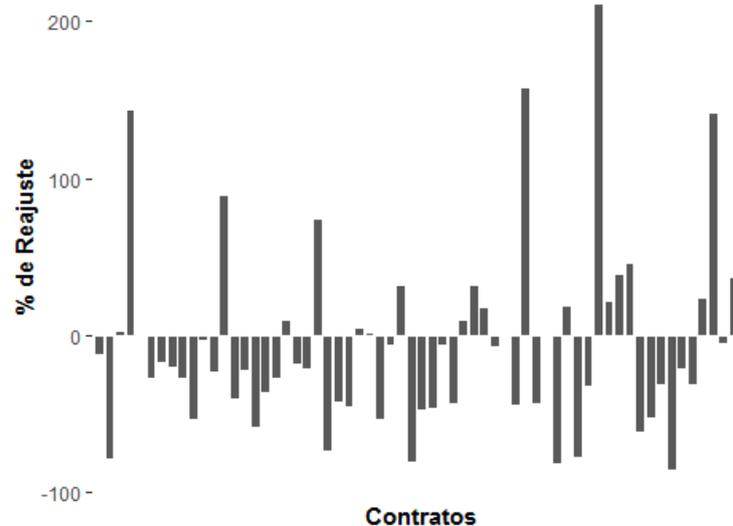
Figura 10 – Dispersão do fator de credibilidade pelo número de vidas por contrato.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir do cálculo do fator de credibilidade para cada contrato no ano de 2017 e a estimação dos custos por beneficiário para o ano de 2018, aplicou-se o método de cálculo de reajuste proposto, já apresentado na Equação (5), na seção 3.2. Dos 69 contratos considerados em 2017, 63 permaneceram no ano de 2018. Dentre esses, a média de reajuste estimado foi de -1%, com desvio padrão de $\pm 53\%$, o que demonstra a alta variabilidade dos reajustes estimados, que pode ser observada na Figura 11.

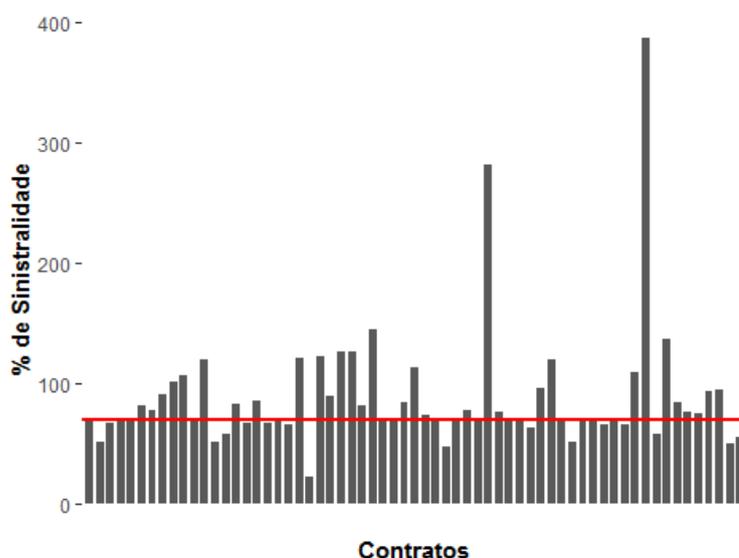
Figura 11 – Distribuição do percentual de reajuste por contrato.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Caso esses reajustes tivessem sido aplicados, considerando o custo realmente ocorrido em 2018, a sinistralidade média por contrato seria de 89,3%, sendo a média real de 77,7%, ambos com um desvio padrão em torno de $\pm 50\%$. Apesar disso, a sinistralidade total, considerando o somatório de custo e receita de todos os contratos, seria de 73,6%, sendo a real 78,0%. A Figura 12 traz a distribuição da sinistralidade pela receita estimada por contrato, com a reta na marcação de 70%.

Figura 12 – Distribuição da sinistralidade por contrato.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Considerando a prática usual de mercado de não aplicação de reajuste negativo, ou seja, considerando os reajustes mínimos iguais a zero, o reajuste médio por contrato seria de 19%. Dessa forma, a sinistralidade média por contrato seria de aproximadamente 72%, e a sinistralidade total, 73%. Assim, conforme exposto nas análises dos dados realizadas, a modelagem regressiva foi razoável na predição do custo e, conjuntamente ao fator de credibilidade, possibilitaram que o modelo proposto apresentasse um resultado satisfatório.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando as análises realizadas e os resultados obtidos, pode-se concluir que o método de reajuste proposto se mostrou suficientemente adequado, considerando-se que, caso os reajustes estimados fossem aplicados nos contratos considerados na análise, a sinistralidade média por contrato observada seria de 73%. Entretanto, sem a limitação do percentual, diversos contratos receberiam reajustes negativos, ou muito altos. Isso pode representar tanto uma

situação de má estimação da mensalidade atual paga pelos contratantes quanto a não adaptação do modelo a alguns contratos.

Como concluem diversos autores que desenvolveram estudos de modelagem do custo assistencial, os dados do setor de saúde apresentam uma variabilidade e imprevisibilidade muito alta, além de seguirem uma distribuição com calda longa e assimetria considerável. Esses fatores dificultam a modelagem regressiva e a predição do custo, dificultando a estimação do percentual de reajuste pelo método, principalmente quando se considera apenas um ano de base histórica, como nesse estudo.

Ressalta-se também que o processo de determinação de uma distribuição probabilística que se ajuste satisfatoriamente aos dados e um modelo regressivo com as variáveis significativas, não é trivial. Apesar dos resultados obtidos a partir do modelo de dois estágios terem se mostrado razoáveis, observa-se, pela Figura 9, na seção 4.2, que ainda é possível aprimorá-lo. Cabe pontuar, de igual modo, a dificuldade em modelar dados com valores iguais a zero, dado que as distribuições da família exponencial são definidas somente a partir de zero.

Somando-se a isso, uma grande massa de dados precisou ser desconsiderada nas análises, (cerca de 67% da base inicial), pois não apresentava informações suficientes, ou consistentes, para entrarem na modelagem regressiva. Ainda, o cálculo aplicado para verificação da credibilidade dos contratos pode não ter sido a mais adequada, dado que, geralmente, tal formulação é aplicada a seguros de danos e vidas, em que existe um limite de indenização e, conseqüentemente, custos, e, nos casos de seguro contra morte ou invalidez, sabe-se que os segurados que apresentam sinistros saem da carteira da seguradora.

Dessa forma, verificou-se neste estudo que o modelo de cálculo do reajuste proposto, além de ser coerente, apresentando embasamento estatístico e atuarial, possibilitou um cálculo satisfatório do reajuste. Com isso, este estudo contribui tanto para a comunidade acadêmica, dado que utiliza fundamentos estatísticos e atuariais em uma problemática relevante, quanto para o setor de saúde suplementar, considerando que este estudo pode ser base para o cálculo do reajuste que as operadoras aplicam em seus contratos.

Sugere-se para estudos a serem desenvolvidos com esta temática, que seja considerada uma base de dados com mais períodos de histórico, considerando que este estudo se baseou em dados de apenas um ano, e que se estabeleça modelos estatísticos de predição mais eficientes para este cenário de alta variabilidade e imprevisibilidade. Além disso, recomenda-se que se estime a credibilidade dos contratos a partir de uma formulação mais específica para o setor de saúde.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE SAÚDE SUPLEMENTAR. **Reajuste de mensalidade**: Conceitos básicos, reajuste por variação de custos, reajuste por mudança de faixa etária. 2. ed. Rio de Janeiro: ANS, 2005. p. 14.

AGÊNCIA NACIONAL DE SAÚDE SUPLEMENTAR. **Nota Técnica Nº 2013/2017/GEFAP/GGREP/DIRAD-DIPRO/DIPRO**. Exposição de motivos para edição de Resolução Normativa referente ao processo de revisão da política de reajustes de planos coletivos. Brasília: ANS, 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE SAÚDE SUPLEMENTAR. **Resolução de Diretoria Colegiada nº 28, de 26 de junho de 2000**. Altera a RDC nº 4, de 18 de fevereiro de 2000, e institui a Nota Técnica de Registro de Produto.

AGÊNCIA NACIONAL DE SAÚDE SUPLEMENTAR. **Resolução Normativa nº 63, de 22 de dezembro de 2003**. Define os limites a serem observados para adoção de variação de preço por faixa etária nos planos privados de assistência à saúde contratados a partir de 1º de janeiro de 2004.

AGÊNCIA NACIONAL DE SAÚDE SUPLEMENTAR. **Resolução Normativa nº 309, de 24 de outubro de 2012**. Dispõe sobre o agrupamento de contratos coletivos de planos privados de assistência à saúde para fins de cálculo e aplicação de reajuste.

AGÊNCIA NACIONAL DE SAÚDE SUPLEMENTAR. **Resolução Normativa nº 441, de 19 de dezembro de 2018**. Estabelece critérios para cálculo do reajuste máximo das contraprestações pecuniárias dos planos privados de assistência à saúde individuais ou familiares, médico-hospitalares, com ou sem cobertura odontológica, que tenham sido contratados após 1º de janeiro de 1999 ou adaptados à Lei nº 9.656, de 3 de junho de 1998.

AKAIKE, H. **A new look at the statistical model identification**. IEEE Transactions on Automatic Control, v.19, n.6, 1974, 8 p.

ANDERSEN, R. **Modern methods for robust regression**. Los Angeles: Sage Publications, 2008. 107 p.

ARAÚJO, Â. A. da S.; SILVA, J. R. S. **Análise de tendência da sinistralidade e impacto na diminuição do número de operadoras de saúde suplementar no Brasil**. Ciência & Saúde Coletiva, v.23, n.8, ago., 2018. 8 p.

BERTSIMAS, D., BJARNADÓTTIR, M. V., KANE, M. A., KRYDER, J. C., PANDEY, R., VEMPALA, S., WANG, G. **Algorithmic Prediction of Health-Care Costs**. Operations Research, 56(6), 1382–1392. 2008. 11 p.

BRASIL. **LEI Nº 9.656, DE 3 DE JUNHO DE 1998**. Dispõe sobre os planos e seguros privados de assistência à saúde, Brasília, DF, junho de 1998.

- COX, D.; HINKLEY, D. **Theoretical statistics**. London: Chapman and Hall, 1974, 511 p.
- DEAN, C. G. **An introduction to credibility theory**. New York: Casualty Actuarial Society, 1995.
- DEB, P.; NORTON, E. C. **Modeling Health Care Expenditures and Use**. Annual Review of Public Health, v.39, n.1. 2018. 17 p.
- DUAN, N.; MANNING, W. G.; MORRIS, C. N.; NEWHOUSE, J. P. **A Comparison of Alternative Models for the Demand for Medical Care**. Journal of Business & Economic Statistics, v.1, n.2, 1983. 12 p.
- DUNCAN, I. **Healthcare risk adjustment and predictive modeling**. 2 ed. New Hartford, Conn: ACTEX Publications, 2018. p. 4.
- FERREIRA, P. P. **Precificação: credibilidade, risco no seguro e aplicações diversas / Paulo Pereira Ferreira**. Rio de Janeiro: Funenseg, 2007. Estudos Funenseg, nº 14. p. 37, 39, 41.
- FUHRER, C. S. **A practical approach to assigning credibility for group medical insurance pricing**. EUA: Society of Actuaries. 2015. 16 p.
- FUHRER, C. S. **Credibility theory**. Record of society of actuaries. v. 19, n. 1B, 1993. p. 869.
- GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. 1 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. p. 33.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008. p. 51.
- INSPER. **A cadeia de saúde suplementar no Brasil: Avaliação de falhas de mercado e propostas de políticas**. São Paulo: Centro de Estudos em Negócios – INSPER, 2016. p. 37.
- KAAS, R.; GOOVAERTS, M.; DHAENE, J.; DENUIT; M. **Modern actuarial risk theory: using R**. Berlin: Springer-Verlag, 2009. 831 p.
- KROESE, D.; CHAN, J. **Statistical modeling and computation**. New York, NY: Springer, 2014. 400 p.
- LONGLEY-COOK, L. H. **An introduction to credibility theory**. New York: Casualty Actuarial Society - Business & Economics, v. 88, 1962.
- MAIA, A. G. **Econometria: conceitos e aplicações**. Campinas: UNICAMP, 2013. 295 p. (Apostila).
- MALEHI, A. S., POURMOTAHARI, F.; ANGALI, K. A. **Statistical models for the analysis of skewed healthcare cost data: a simulation study**. Health Economics Review, v.5: 11, 2015. 16 p.
- MANO, C.M.C.A.B. **Melhoria da qualidade na tarificação de seguros: uso de modelos de credibilidade**. Caderno de Seguros, v.2, n.2, Rio de Janeiro, 1997. p. 31.

MYERS R. H.; MONTGOMERY, D. C. A. **Tutorial on Generalized Linear Models**. Journal of Quality Technology, v.29, n.3, 1997. 18 p.

NELDER, J. A.; WEDDERBURN, R. W. M. Generalized Linear Models. Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General), v.135, n.3, 1972. 15 p.

OSBORNE, J. W.; WATERS, E. **Four assumptions of multiple regression that researchers should always test**. Practical Assessment, Research & Evaluation, v.8, n.2, 2002, 5 p.

RATNER, B. **Variable selection methods in regression: Ignorable problem, outing notable solution**. Journal of Targeting, Measurement and Analysis for Marketing, v. 18, n.1, 2010, 16p.

REIS, A. D. E. **Teoria da Credibilidade: uma síntese**. 1987. Dissertação (Mestrado em Métodos Matemáticos) – Instituto Superior de Economia. Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 1987. p. 50.

PIETROBON, L.; LENISE, M.; CAETANO, J. **Saúde suplementar no Brasil: o papel da Agência Nacional de Saúde Suplementar na regulação do setor**. PhysisRevista de Saúde Coletiva, v. 18, n. 4, 2008. p. 768.

SILVA, B. C. **Aplicação do modelo de credibilidade de Bühlmann-Straub em uma operadora de saúde suplementar, para previsão de gastos no ano de 2017**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Atuariais) – Universidade Federal de Alfenas, Varginha, 2017.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987. p. 110.