



UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO DE JANEIRO

ANÁLISE DE FATORES DE RISCO PARA PRECIFICAÇÃO DE PLANOS DE ASSISTÊNCIA MÉDICO-HOSPITALAR E ASSISTÊNCIA ODONTOLÓGICA

ADALBERTO CARDOSO DE ALMEIDA
FRANCIELI PEREIRA SOARES DA CRUZ

Orientadora: Profa. Thaís Cristina Oliveira da Fonseca, DSc.

Rio de Janeiro

Julho/2018

Resumo de monografia

O trabalho propõe-se a analisar modelos de regressão para subscrição de risco em assistência à saúde com base em dois ramos: médico-hospitalar e odontológico.

No contexto do trabalho foram analisados três planos classificados no segmento empresarial: dois planos de assistência médico-hospitalar e um plano de assistência exclusivamente odontológica, sendo os dois primeiros da mesma operadora.

O objetivo principal é obter o modelo mais aderente à estimação da severidade de planos privados de assistência à saúde.

Sendo a severidade um fator primordial na mitigação do Risco de Subscrição das operadoras é fundamental que esteja bem estimada para que a probabilidade dos custos futuros superarem a receita futura seja mínima.

Análise de fatores de risco para precificação de planos de assistência Médico-Hospitalar e assistência Odontológica

Adalberto Cardoso de Almeida
Francieli Pereira Soares da Cruz

Julho/2018

Orientador: Profa. Thaís Cristina Oliveira da Fonseca, DSc

Curso: Pós-graduação – Especialização em Atuária

Palavras-chave: Modelos de Regressão, Seguro Saúde, Precificação Atuarial.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. ANÁLISE PRELIMINAR DOS DADOS DE SEVERIDADE	11
2.1. ASSISTÊNCIA MÉDICO HOSPITALAR	11
2.1.1. DESCRIÇÃO DA BASE	11
2.1.2. ANÁLISE EXPLORATÓRIA	11
2.1.2.1. VARIÁVEL RESPOSTA: SEVERIDADE	13
2.1.2.2. ANO.....	14
2.1.2.3. FAIXA ETÁRIA.....	15
2.1.2.4. SEXO.....	16
2.1.2.5. REGIÃO.....	18
2.2. ASSISTÊNCIA ODONTOLÓGICA.....	19
2.2.1. DESCRIÇÃO DA BASE	19
2.2.2. ANÁLISE EXPLORATÓRIA	20
2.2.2.1. VARIÁVEL RESPOSTA: SEVERIDADE	21
2.2.2.2. TITULARIDADE	24
2.2.2.3. FAIXA ETÁRIA.....	25
2.2.2.4. SEXO.....	26
2.2.2.5. REGIÃO.....	27
2.2.2.6. SEGMENTO	29
3. METODOLOGIA.....	31
4. MODELAGEM	34
4.1. MODELAGEM PARA SUBSCRIÇÃO DE RISCO EM ASSISTÊNCIA À SAÚDE	
34	
4.1.1. SUSBCRIÇÃO DE RISCO EM ASSISTÊNCIA ODONTOLÓGICA.....	37
5. DISCUSSÕES E CONCLUSÕES	42
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Histograma da severidade dos planos de assistência médico-hospitalar.

Figura 2: Box-Plot da severidade (gasto/beneficiários) dos planos de assistência médico-hospitalar.

Figura 3: Box-Plot da severidade por ano plano básico de assistência médico-hospitalar.

Figura 4: Box-Plot da severidade por ano plano superior de assistência médico-hospitalar.

Figura 5: Box-Plot da severidade por faixa etária do plano básico de assistência médico-hospitalar.

Figura 6: Box-Plot da severidade por faixa etária do plano superior de assistência médico-hospitalar.

Figura 7: Box-Plot da severidade por gênero do plano básico de assistência médico-hospitalar.

Figura 8: Box-Plot da severidade por gênero do plano básico de assistência médico-hospitalar.

Figura 9: Box-Plot da severidade por região do plano básico de assistência médico-hospitalar.

Figura 10: Box-Plot da severidade por região do plano superior de assistência médico-hospitalar.

Figura 11: Histograma da severidade e da severidade diferente de zero para os dados de assistência odontológica.

Figura 12: Box-Plot da quantidade de sinistros e da quantidade de sinistros diferentes de zero para os dados de assistência odontológica.

Figura 13: Box-Plot do valor de sinistro e do valor de sinistro diferente de zero para os dados de assistência odontológica.

Figura 14: Box-Plot da severidade e severidade diferente de zero para os dados de assistência odontológica.

Figura 15: Box-Plot severidade diferente de zero por titularidade para os dados de assistência odontológica.

Figura 16: Scatterplot da severidade por idade e severidade diferente de zero para os dados de assistência odontológica.

Figura 17: Box-Plot da severidade diferente de zero por faixa etária para os dados de assistência odontológica.

Figura 18: Box-Plot da severidade diferente de zero por gênero para os dados de assistência odontológica.

Figura 19: Box-Plot da severidade diferente de zero por região para os dados de assistência odontológica.

Figura 20: Box-Plot da severidade diferente de zero por segmento para os dados de assistência odontológica.

Figura 21: Análise de resíduos Regressão Linear Múltipla para o plano básico de assistência médico-hospitalar.

Figura 22: Análise de resíduos GLM Gama com função Log para o plano superior de assistência médico-hospitalar.

Figura 23: Análise de resíduos Regressão Linear Múltipla para os dados de assistência odontológica.

Figura 24: Análise de resíduos GLM Gama com função Inversa para os dados de assistência odontológica.

Figura 25: Análise de resíduos GLM Gama com função Log para os dados de assistência odontológica.

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Quantidade de operadoras de saúde suplementar com registro ativos na ANS em mai/2018.

Tabela 2: Descrição das variáveis da base de dados médico-hospitalar.

Tabela 3: Quantis das variáveis da base de dados de assistência médico-hospitalar.

Tabela 4: Resumo dos dados da base de assistência médico-hospitalar.

Tabela 5: Correlação Linear das variáveis base de dados de assistência médico-hospitalar.

Tabela 6: Descrição das variáveis da base de dados odontológica.

Tabela 7: Estatística descritiva da base de dados de assistência odontológica.

Tabela 8: Agrupamento das regiões da base de dados odontológica.

Tabela 9: Classificação dos segmentos por CNAE principal.

Tabela 10: Exemplos de distribuições da família Exponencial.

Tabela 11: Funções de Ligação mais utilizadas.

Tabela 12: Ajustes dos modelos do plano básico de assistência médico-hospitalar.

Tabela 13: Ajustes dos modelos do plano superior de assistência médico-hospitalar.

Tabela 14: Resultados da estimativa por Regressão Linear Múltipla para os dados de assistência médico-hospitalar – Plano: básico.

Tabela 15: Resultados da estimativa por modelo GLM com distribuição Gama e função de ligação Log – Plano: superior.

Tabela 16: Códigos de significância ao nível de 5%.

Tabela 17: Ajustes dos modelos para os dados de assistência odontológica.

Tabela 18: Resultados da estimativa por Regressão Linear Múltipla para os dados de assistência odontológica.

Tabela 19: Resultados da estimativa por GLM Gama com função de ligação Inversa para os dados de assistência odontológica.

Tabela 20: Resultados da estimativa por GLM Gama com função de ligação Log para os dados de assistência Odontológica.

Tabela 21: Severidade estimada para o sexo feminino em 2017 por faixa etária e região para os dados de assistência médico-hospitalar no plano básico.

Tabela 22: Severidade estimada para o sexo masculino em 2017 por faixa etária e região para os dados de assistência médico-hospitalar no plano básico.

Tabela 23: Severidade estimada para o sexo feminino em 2017 por faixa etária e região para os dados de assistência médico-hospitalar no plano superior.

Tabela 24: Severidade estimada para o sexo masculino em 2017 por faixa etária e região para os dados de assistência médico-hospitalar no plano superior.

Tabela 25: Severidade estimada para o sexo: feminino, titularidade: dependente e segmento: 1 para dados de assistência odontológica.

Tabela 26: Severidade estimada para o sexo: masculino, titularidade: dependente e segmento: 1 para os dados de assistência odontológica.

Tabela 27: Severidade estimada para o sexo: feminino, titularidade: titular, segmento 1 para os dados de assistência odontológica.

Tabela 28: Severidade estimada para o sexo: masculino, titularidade: titular, segmento: 1 para os dados de assistência odontológica.

Tabela 29: Severidade estimada para o sexo: feminino, titularidade: dependente, segmento: 2 para os dados de assistência odontológica.

Tabela 30: Severidade estimada para o sexo: masculino, titularidade: dependente, Segmento: 2 para os dados de assistência odontológica.

Tabela 31: Severidade estimada para o sexo: feminino, titularidade: titular, segmento: 2 para os dados de assistência odontológica.

Tabela 32: Severidade estimada para o sexo: masculino, titularidade: titular, segmento: 2 para os dados de assistência odontológica.

Tabela 33: Severidade estimada para o sexo: feminino, titularidade: dependente, Segmento: 3 para os dados de assistência odontológica.

Tabela 34: Severidade estimada para o sexo: masculino, titularidade: dependente, Segmento: 3 para os dados de assistência odontológica.

Tabela 35: Severidade estimada para o sexo: feminino, titularidade: titular, segmento: 3 para os dados de assistência odontológica.

Tabela 36: Severidade estimada para o sexo: masculino, titularidade: titular, segmento: 3 para os dados de assistência odontológica.

Tabela 37: Severidade estimada para o sexo: feminino, titularidade: dependente, segmento: 4 para os dados de assistência odontológica.

Tabela 38: Severidade estimada para o sexo: masculino, titularidade: dependente, Segmento: 4 para os dados de assistência odontológica.

Tabela 39: Severidade estimada para o sexo: feminino, titularidade: titular, segmento 4 para os dados de assistência odontológica.

Tabela 40: Severidade estimada para o sexo: masculino, titularidade: titular, segmento: 4 para os dados de assistência odontológica.

Tabela 41: Severidade estimada para o sexo: feminino, titularidade: dependente, segmento: 5 para os dados de assistência odontológica.

Tabela 42: Severidade estimada para o sexo: masculino, titularidade: dependente, segmento: 5 para os dados de assistência odontológica.

Tabela 43: Severidade estimada para o sexo: feminino, titularidade: titular, segmento: 5 para os dados de assistência odontológica.

Tabela 44: Severidade estimada para o sexo: masculino, titularidade: titular, segmento: 5 para os dados de assistência odontológica.

Tabela 45: Severidade esperada em assistência médico-hospitalar para o plano de assistência básica, sexo: feminino, região: Centro-Oeste, faixa etária: 59+.

Tabela 46: Severidade esperada dado que houve sinistro em assistência odontológica para titular, sexo: feminino, região 5: Centro-Oeste e faixa etária: 59+.

1. INTRODUÇÃO

Dentre os Direitos e Garantias Fundamentais, a Constituição de 1988 prevê que o Estado Social de Direito deve garantir direitos referentes à saúde. Para tal, criou-se o Sistema Único de Saúde (SUS) que é um dos pilares da assistência à saúde no Brasil que está dividida entre o público e o privado. No que diz respeito ao sistema privado temos duas vertentes: 1) o pagamento direto: quando o consumidor tem acesso ao profissional da saúde sem intermediários; e 2) os planos e seguros privados: serviços que estabelecem o acesso à assistência à saúde e são fornecidos por operadoras e empresas privadas mediante o pagamento, por parte do contratante, de um valor pecuniário também chamado de contraprestação.

Apesar da Constituição ter sido publicada em 1988, há indícios de que o mercado de saúde suplementar tenha surgido na década de 50 a partir da instalação das montadoras e surgimento da indústria automobilística na região do ABC paulista, segundo Sandro Leal Alves (2015).

Após constantes evoluções e crescimento contínuo, viu-se a necessidade de criação de um órgão regulador para o setor de saúde suplementar. Por isso, em 28 de janeiro de 2000 a lei 9.961 instituiu a criação da Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS).

Segundo dados da ANS, em 2017, 24,4% da população brasileira ou 47,23 milhões de pessoas estavam cobertas por planos médico-hospitalares e 11,3% ou 22,67 milhões de pessoas por planos exclusivamente odontológicos.

A tabela 1 mostra a quantidade de operadoras com registro ativo na ANS em maio de 2018.

Tabela 1: Quantidade de operadoras de saúde suplementar com registro ativos na ANS em Mai/2018.

Modalidade	Todas as Operadoras	% do Total
Autogestão	164	13,2%
Cooperativa Médica	295	23,7%
Filantropia	45	3,6%
Medicina de Grupo	266	21,4%
Seguradora Especializada em Saúde	9	0,7%
Cooperativa Odontológica	106	8,5%
Odontologia de Grupo	218	17,5%
Administradora de Benefícios	141	11,3%
TOTAL	1.244	-

Com um cenário cada vez mais concorrido, o papel do atuário é fundamental na

mitigação do Risco de Subscrição¹ e formação de preços adequados e competitivos. Por isso, a motivação do presente trabalho se deu pela necessidade de identificarmos grupos homogêneos que atendam ao princípio do mutualismo que é a base da precificação atuarial de planos de assistência à saúde.

Este projeto considera a análise de dados de custo de segurados em duas áreas: planos de assistência médico-hospitalar e também planos de assistência odontológica.

Inicialmente foi feita a análise exploratória dos dados no Capítulo 2 que permitiu a visualização dos dados e possibilitou a identificação de possíveis agrupamentos entre as variáveis.

Posteriormente se deu a tratativa dos dados em relação aos agrupamentos e, por fim, identificamos o melhor modelo ajustado à severidade tanto para os dados de assistência médico-hospitalar quanto para os dados de assistência odontológica com base em metodologias de regressão múltipla, conforme Capítulos 3 e 4.

Ao final, após a escolha dos modelos, foram calculados os valores de severidade esperados para o agrupamento de variáveis e discutidos os resultados encontrados, conforme Capítulo 5.

¹ Risco de Subscrição: nas operadoras de saúde é a probabilidade de os custos futuros superarem as receitas futuras.

2. ANÁLISE PRELIMINAR DOS DADOS DE SEVERIDADE

2.1. ASSISTÊNCIA MÉDICO HOSPITALAR

2.1.1. DESCRIÇÃO DA BASE

Os dados que serviram de embasamento para o estudo em questão foram cedidos por uma operadora de planos de assistência médico-hospitalar no modelo de autogestão classificada como médio porte. Trata-se de benefício concedido na modalidade coletivo empresarial com cobertura ambulatorial, hospitalar com obstetrícia e abrangência nacional. O período compreende sinistros computados no ano de 2015, 2016 e 2017. A base está dividida em duas: 1) plano de assistência básica e 2) plano de assistência superior. Essa decisão foi tomada após uma análise preliminar dos dados de despesas que indicou comportamento bastante distinto. A base de dados possui as variáveis descritas na tabela 1 que incluem ano, sexo, plano, região, faixa etária, valor e beneficiários.

Tabela 2: Descrição das variáveis da base de dados médico-hospitalar.

Variável	Descrição
Ano	Ano em que a despesa foi comunicada à operadora.
Sexo	Sexo do beneficiário.
Plano	Define a cobertura do plano: básico ou superior.
Região	Região geográfica do Brasil onde o beneficiário utilizou o plano.
Faixa etária	Classificação das faixas etárias de acordo com a RN 63 de 22/12/2003.
Valor	Valor das despesas ocorridas.
Beneficiários	Quantidade de beneficiários.

2.1.2. ANÁLISE EXPLORATÓRIA

Para a melhor análise dos dados a figura 1 apresenta o histograma da severidade por plano (assistência básica e superior). Note a clara distinção entre os dois planos, com o plano superior assumindo valores mais altos. Os quantis dessas variáveis são apresentados na tabela 3.

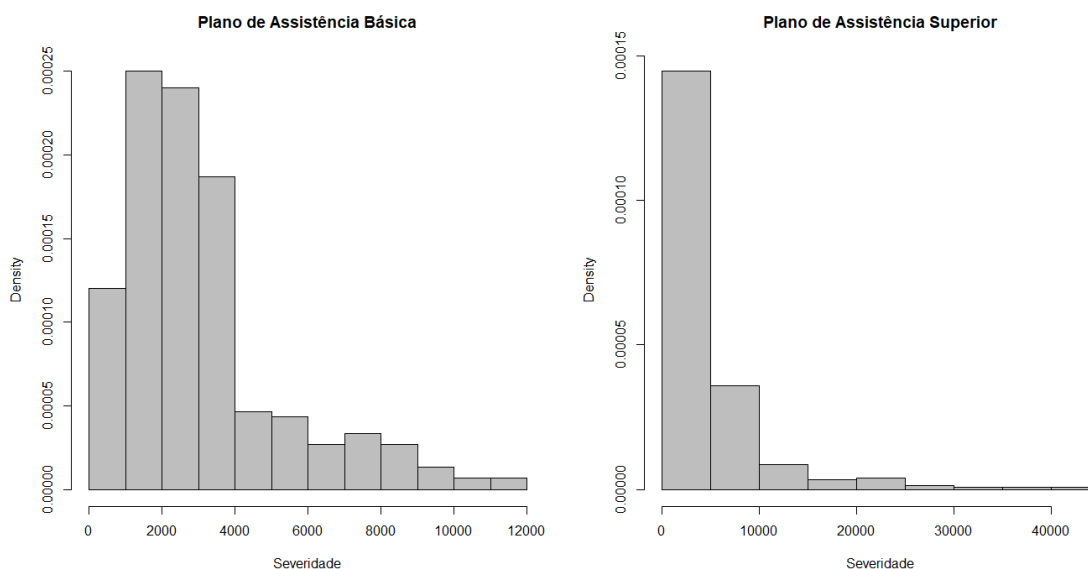


Figura 1: Histograma da severidade dos planos de assistência médico-hospitalar.

Tabela 3: Quantis das variáveis da base de dados de assistência médico-hospitalar.

Planos	0%	25%	50%	75%	100%
Básico	408,21	1.475,88	2.500,60	3.830,80	11.788,77
Superior	1,00	1.316,22	2.608,98	5.522,92	43.137,47

Optou-se por fazer duas análises separadas por tipo de plano (básico e superior) com o objetivo de obter interpretações mais claras dos coeficientes e dos efeitos para os dois grupos. Essa opção foi tomada observando as diferenças significativas na composição de faixas etárias dos grupos uma vez que o plano de Assistência Superior apresenta uma massa de beneficiários menor com idade mais avançada e com despesas mais elevadas do que o plano de assistência básica. Esses resultados são apresentados na tabela 4. Enquanto a média de idade no produto básico é cerca de 46 anos, no produto superior a média supera 55 anos.

Tabela 4: Resumo dos dados da base de assistência médico-hospitalar.

Descrição	Básico			Superior		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017
Beneficiários	95.775	89.278	72.397	11.237	10.000	7.425
Idade Média	45,28	46,4	48,25	55,53	56,53	59,29
Valor	367.232.177	363.933.088	375.523.090	105.277.617	106.151.415	105.974.807
Severidade média	3.834	4.076	5.187	9.368	10.615	14.272

2.1.2.1. VARIÁVEL RESPOSTA: SEVERIDADE

Este estudo tem como variável resposta a severidade dos planos de assistência básica e superior (despesa/beneficiário), cujo o objetivo é avaliar os custos nas faixas etárias, regiões (onde os beneficiários residem) e o sexo dos beneficiários. A escolha da variável severidade como resposta foi definida após análise de correlação entre as variáveis Severidade e despesa com as covariáveis do estudo. Além disso em estudo de riscos em Ciências Atuariais o interesse principal é o custo padronizado pelo volume que nesta aplicação é o número de beneficiários.

Tabela 5: Correlação Linear das variáveis base de dados de assistência médico-hospitalar.

Variável	Plano Básico			Plano Superior		
	Correlação	Limite Inferior	Limite Superior	Correlação	Limite Inferior	Limite Superior
Severidade	0,6631	0,5945	0,7221	0,5605	0,4775	0,6335
Despesa	0,4435	0,3478	0,5301	0,3396	0,2354	0,4361

Na figura 2 apresentamos o Box-Plot da severidade por plano. Note a clara diferença na escala da severidade, sendo está bem maior para o plano superior.

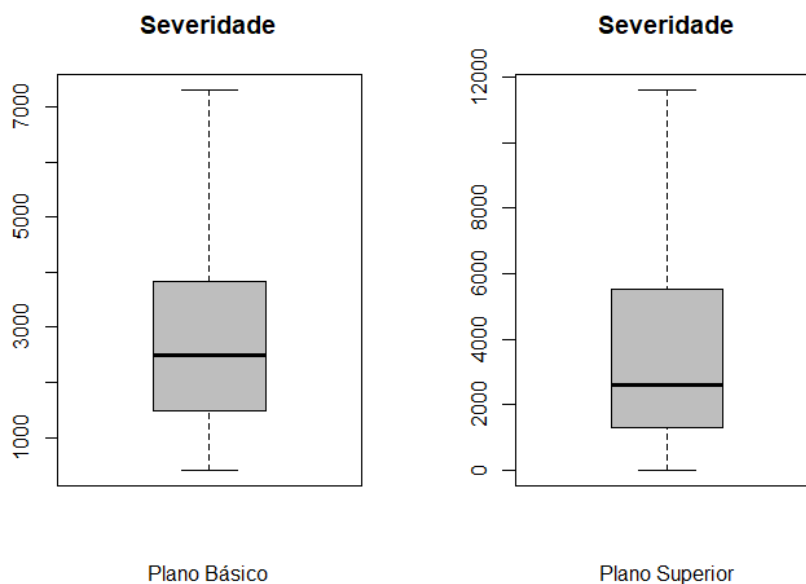


Figura 2: Box-Plot da severidade (gasto/beneficiários) dos planos de assistência médico-hospitalar.

2.1.2.2. ANO

Foi definido o período de três anos (2015, 2016 e 2017) para analisar o custo assistencial. Logo, a variável ano apresenta o período fechado de cada ano na base, assim o estudo apresentará uma análise do custo anual.

Note na figura 3 um claro crescimento da severidade no plano básico no ano de 2017.

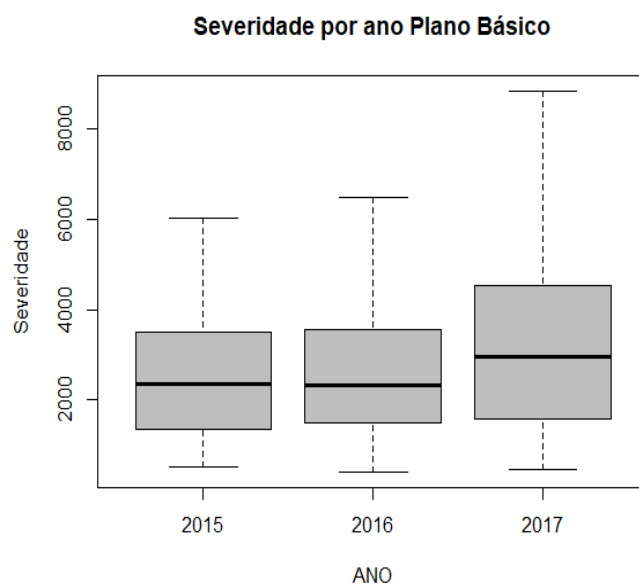


Figura 3: Box-Plot da severidade por ano plano básico de assistência médico-hospitalar.

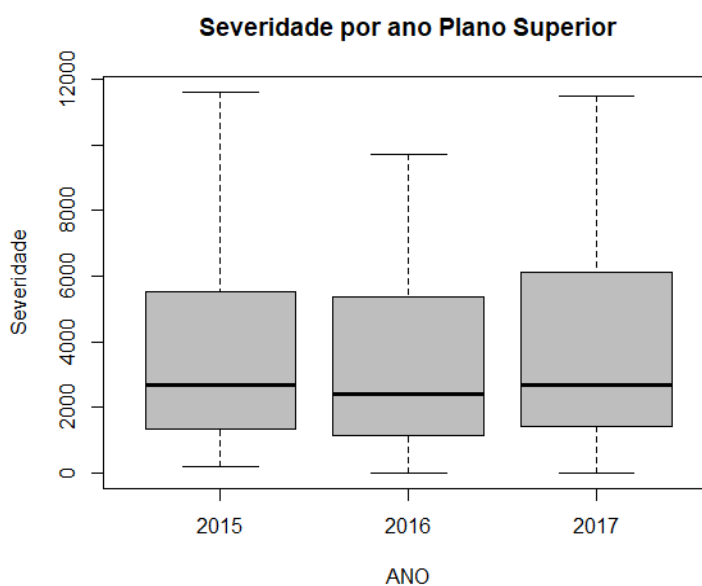


Figura 4: Box-Plot da severidade por ano plano superior de assistência médico-hospitalar.

2.1.2.3. FAIXA ETÁRIA

A variável faixa etária é considerada significativa no mercado de saúde suplementar para os planos de assistência médico-hospitalar e é obrigatória para este segmento. Sua classificação está definida na Resolução Normativa nº 63 de 22 de dezembro de 2003:

“[...]Art. 1º: A variação de preço por faixa etária estabelecida nos contratos de planos privados de assistência à saúde firmados a partir de 1º de janeiro de 2004, deverá observar o disposto nesta Resolução.

Art. 2º: Deverão ser adotadas dez faixas etárias, observando-se a seguinte tabela:

- I - 0 (zero) a 18 (dezoito) anos;
- II - 19 (dezenove) a 23 (vinte e três) anos;
- III - 24 (vinte e quatro) a 28 (vinte e oito) anos;
- IV - 29 (vinte e nove) a 33 (trinta e três) anos;
- V - 34 (trinta e quatro) a 38 (trinta e oito) anos;
- VI - 39 (trinta e nove) a 43 (quarenta e três) anos;
- VII - 44 (quarenta e quatro) a 48 (quarenta e oito) anos;
- VIII - 49 (quarenta e nove) a 53 (cinquenta e três) anos;
- IX - 54 (cinquenta e quatro) a 58 (cinquenta e oito) anos;
- X - 59 (cinquenta e nove) anos ou mais.”

A mensuração dos custos por faixa etária nas avaliações dos planos é importante, pois permite que as operadoras visualizem onde estão concentradas as maiores despesas e, assim, atuarem com programas de assistência à saúde, como analisar o comportamento da rede de atendimento (prestadores de serviços). Conforme figuras 5 e 6, nota-se a evidente elevação dos custos conforme o aumento das faixas etárias dos beneficiários nos planos, ratificando a importância deste fator na análise da severidade.

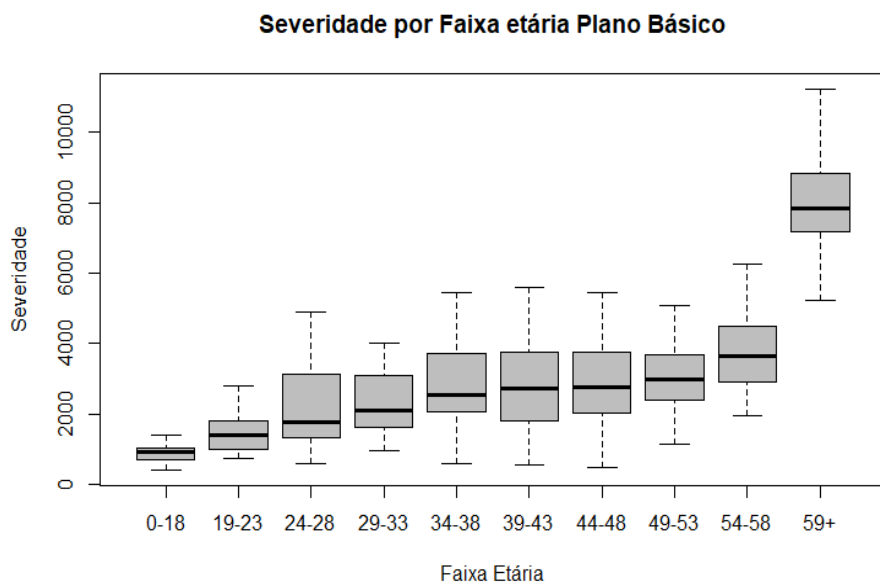


Figura 5: Box-Plot da severidade por faixa etária do plano básico de assistência médico-hospitalar.

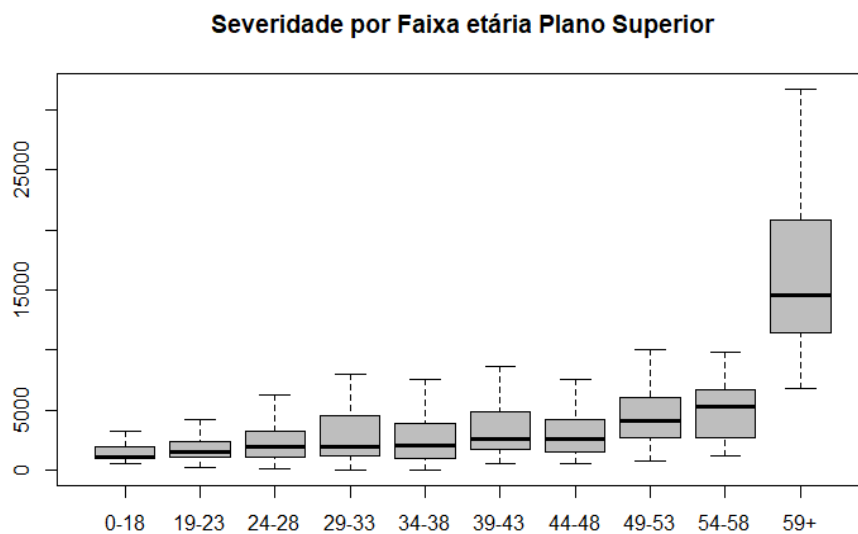


Figura 6: Box-Plot da severidade por faixa etária do plano superior de assistência médico-hospitalar.

2.1.2.4. SEXO

A análise da variável sexo nos estudos de saúde é de suma importância na mensuração dos custos, pois usualmente considera-se um perfil da despesa com

relação ao sexo dos beneficiários. As operadoras de assistência à saúde no ramo médico-hospitalar, com base em estudos segregado por faixa etária e sexo, trabalham com programas de Promoção e Prevenção à saúde, cujo o objetivo é proporcionar mais qualidade de vida aos seus beneficiários e também obter a informação necessária para saber atuar diretamente na redução de custos.

Note na figura 7 um claro efeito do gênero com menores custos sendo observados para os homens. Isso deve-se principalmente ao uso do serviço obstétrico por parte das mulheres. Levando a maiores gastos para esse grupo.

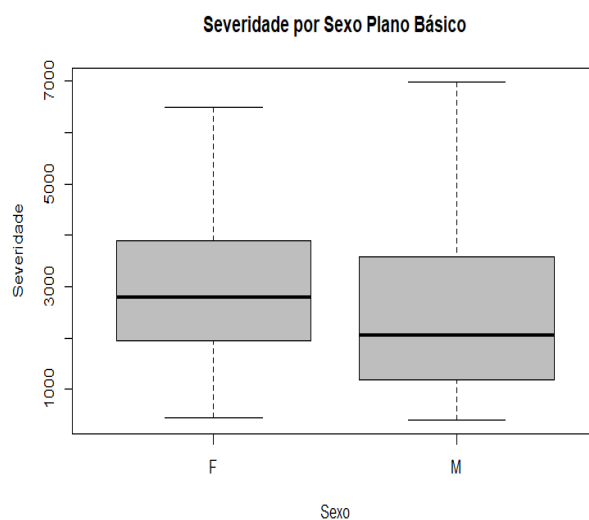


Figura 7: Box-Plot da severidade por gênero do plano básico de assistência médico-hospitalar.

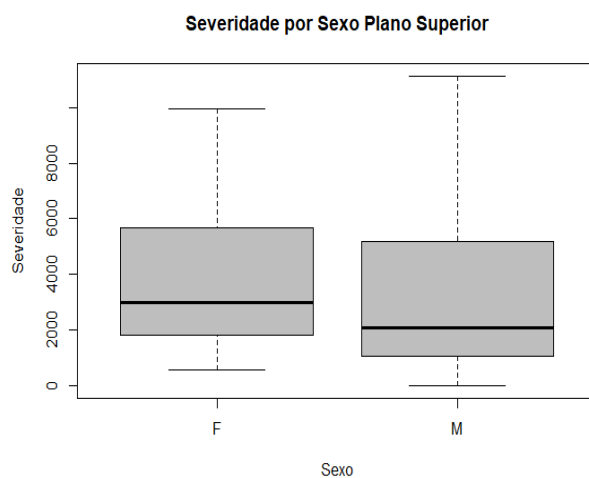


Figura 8: Box-Plot da severidade por gênero do plano básico de assistência médico-hospitalar.

2.1.2.5. REGIÃO

Os dados de assistência médico-hospitalar disponíveis para serem objeto de estudos são de uma operadora de abrangência nacional. Logo, presta atendimento em todo território nacional. Com isso a variável região demonstra informações específicas para a operadora. Ainda que consolidadas as variáveis faixa etária e sexo, permitem análises estratégicas de custos, evitando que decisões equivocadas sejam tomadas.

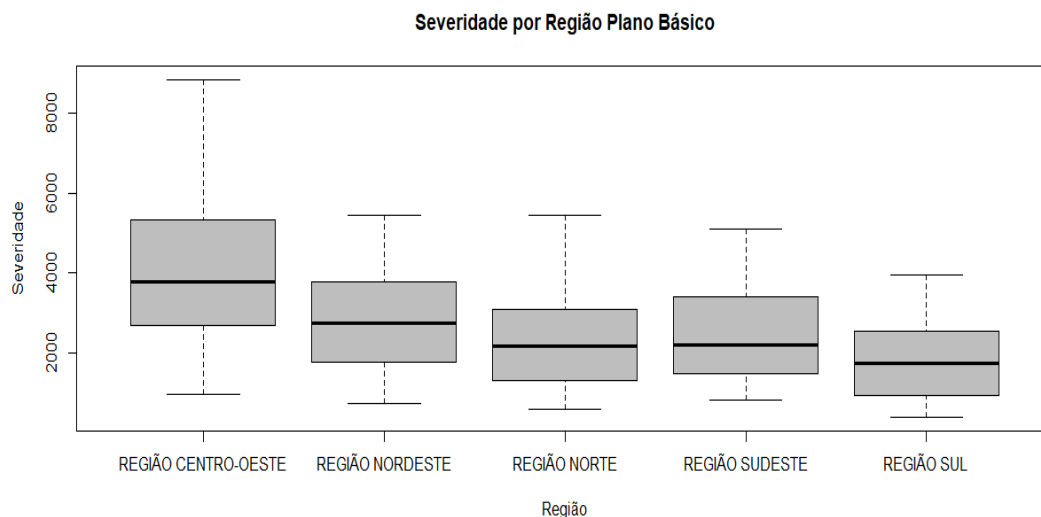


Figura 9: Box-Plot da severidade por região do plano básico de assistência médico-hospitalar.

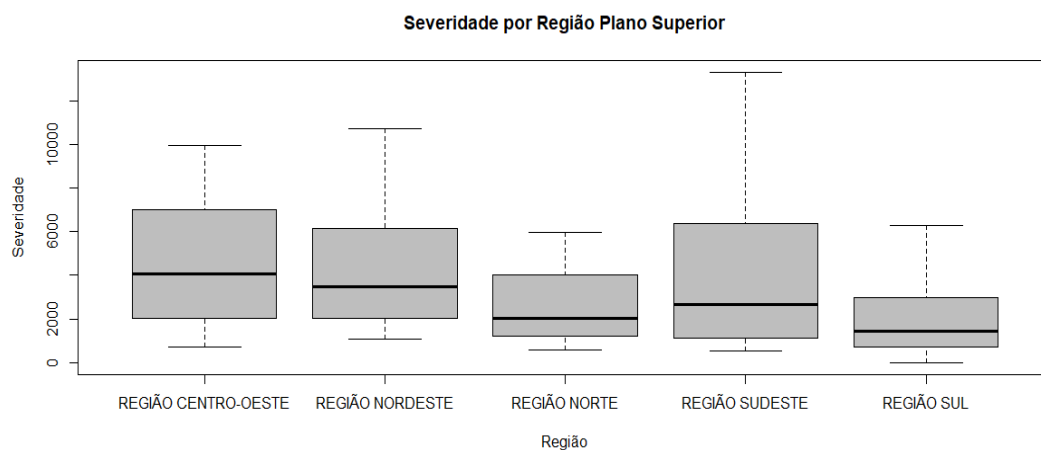


Figura 10: Box-Plot da severidade por região do plano superior de assistência médico-hospitalar.

De acordo com a figura 9 e 10 podemos observar que a região Centro-Oeste apresenta a maior severidade entre as regiões. Numa análise mais profunda

observamos que esse custo é elevado no Distrito Federal, onde os custos médico-hospitalares são mais elevados em relação aos outros estados que compõem a região. Porém, não será objeto de estudo a análise por unidade federativa (UF), pois acredita-se que em muitos casos as UFs não apresentam muita significância nos modelos.

2.2. ASSISTÊNCIA ODONTOLÓGICA

2.2.1. DESCRIÇÃO DA BASE

Os dados que serviram de embasamento para o estudo em questão foram cedidos por uma operadora de planos exclusivamente odontológicos. Trata-se de benefício concedido na modalidade Coletivo Empresarial cuja cobertura corresponde basicamente ao Rol mínimo definido pela Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS). O período compreende sinistros computados entre 01/02/2017 e 31/01/2018 e correspondem ao plano que possui maior número de beneficiários. Foram desconsiderados beneficiários cuja exposição ao risco no período de análise é igual a zero. A tabela 6 descreve as variáveis contidas na base de dados.

Tabela 6: Descrição das variáveis da base de dados odontológica.

Nome da variável	Descrição
TITULARIDADE	Identifica se o beneficiário é titular ou dependente do plano.
CD_CNAE	Código da Classificação Nacional de Atividades Econômicas referente à atividade principal da empresa contratante do benefício.
ID_SEXO	Sexo designado ao beneficiário. Utiliza “F” para feminino e “M” para masculino.
SG_UF	Código da Unidade Federativa informada como residência pelo beneficiário.
IDADE	Idade do beneficiário em anos completos ao fim do período de análise (31/01/2018).
EXPOSICAO_C	Exposição ao risco do beneficiário durante o período de estudo.
FAIXA ETÁRIA	Classificação das faixas etárias de acordo com a RN 63 de 22/12/2003.
QTDE_SINISTRO	Quantidade de sinistros ocorridos ou procedimentos realizados por beneficiário durante o período de análise.
VLR_SINISTRO	Valor em reais referente ao montante de sinistros.
FREQUENCIA	Quantidade de sinistros divididos pela exposição ao risco do beneficiário durante o período de análise.
CR	Severidade por beneficiário.

2.2.2. ANÁLISE EXPLORATÓRIA

Nesta análise preliminar foi estudada a variável severidade em função das covariáveis titularidade, idade, sexo e região para visualização de efeitos a serem considerados na fase de modelagem.

No histograma da variável resposta severidade, na figura 11, é possível observarmos grande concentração de severidade igual a zero. Isso mostra os beneficiários que estavam expostos ao risco e que não apresentaram utilização durante o período de análise. Por isso, incluiu-se o histograma da severidade diferente de zero, ou seja, o comportamento da severidade dado que ocorreu o sinistro.

Note que a variável severidade possui distribuição assimétrica com valores que ultrapassam 2.000.

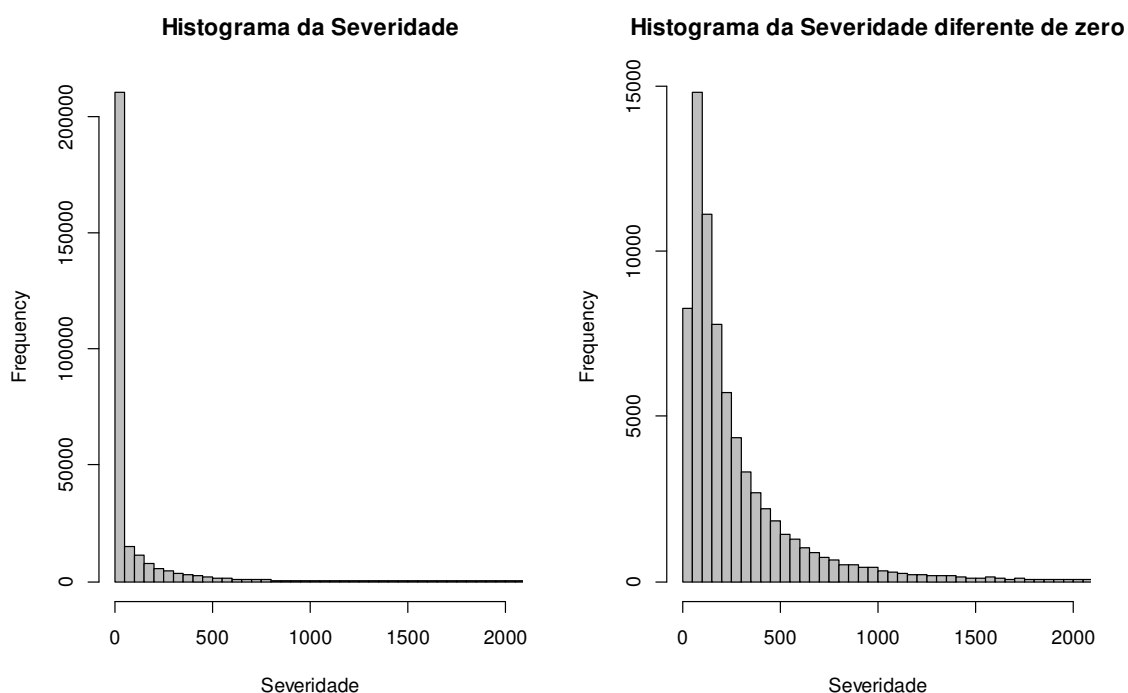


Figura 11: Histograma da severidade e da severidade diferente de zero para os dados de assistência odontológica.

Conforme tabela 7, observamos que a quantidade, o valor, a frequência e a severidade apresentaram mediana igual a zero, ou seja, 50% dos valores são iguais a zero. Isso contribui para decidirmos considerar a severidade condicional somente aos casos de ocorrência de sinistro, levando a desconsiderarmos os dados com nenhuma ocorrência de sinistros. Sobre a idade, a base de beneficiários pode ser considerada jovem, pois 75% da base têm idade igual ou inferior a 39 anos.

Tabela 7: Estatística descritiva da base de dados de assistência odontológica.

Covariável	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo
Idade	0	22	30	30,41	39	118
Exposição	0,0030	0,2530	0,5820	0,5476	0,8300	1,0000
Qtde Sinistros	0	0	0	2,026	1	94
Vlr Sinistros	0	0	0	44,24	24,36	5905,26
Frequência	0	0	0	3,802	2,179	6000,000
Severidade	0	0	0	82,47	35,83	126846,67

2.2.2.1. VARIÁVEL RESPOSTA: SEVERIDADE

A base da formação de preços do produto odontológico é o que chamamos de Custo de Risco ou severidade. Este custo de risco representa o valor do custo por beneficiário. Após obter o Custo de Risco, a operadora acresce impostos, despesas administrativas, despesas de comercialização e margem de lucro a fim de obter o Prêmio Comercial.

O Custo de Risco é composto por dois fatores: 1) pela frequência dos eventos e 2) pelo custo médio do valor do sinistro.

A frequência é calculada da seguinte forma:

$$Frequência = \frac{Quantidade\ de\ procedimentos}{Exposição}$$

Os Box-Plots da figura 12 mostram o comportamento da variável quantidade de sinistros. Em função da grande influência de valores iguais a zero, é possível obter uma melhor visualização dos dados quando consideramos a quantidade de sinistros diferentes de zero.

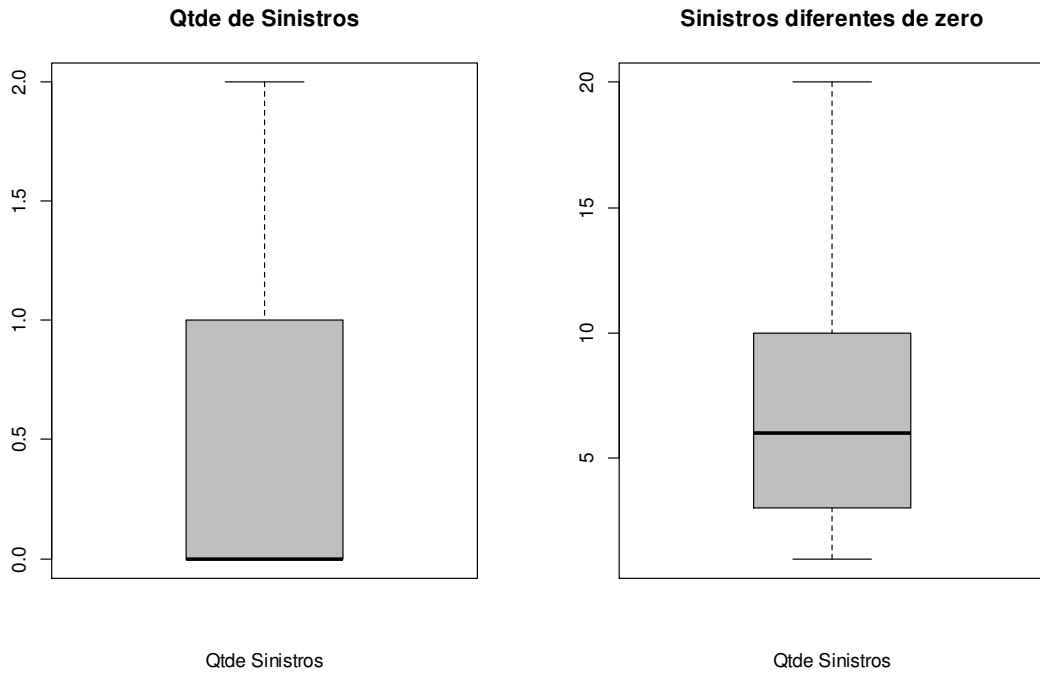


Figura 12: Box-Plot da quantidade de sinistros e da quantidade de sinistros diferentes de zero para os dados de assistência odontológica.

Por sua vez, o custo médio é dado por:

$$Custo\ Médio = \frac{Valor\ total\ dos\ procedimentos}{Quantidade\ de\ procedimentos}$$

Os valores de sinistros também são influenciados pela grande quantidade igual à zero. Por isso, optou-se por mostrar os gráficos com a quantidade real e com valores diferentes de zero, conforme figura 13.

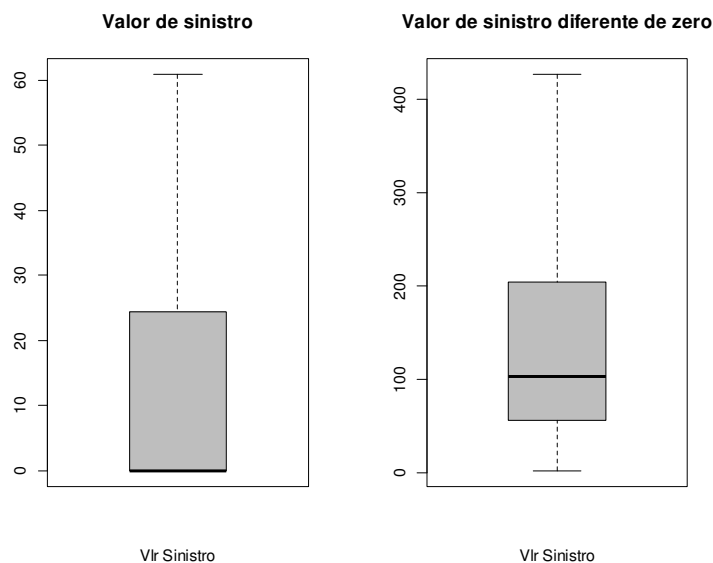


Figura 13: Box-Plot do valor de sinistro e do valor de sinistro diferente de zero para os dados de assistência odontológica.

O Custo de Risco ou severidade, por fim, é:

$$\text{Custo de Risco} = \text{Frequência} \times \text{Custo Médio}$$

Uma vez que a severidade está diretamente relacionada à quantidade de sinistros e custo destes sinistros, a variável resposta é também influenciada por valores iguais a zero. Por isso, optou-se por apresentar dois Box-Plots: severidade e severidade diferente de zero.

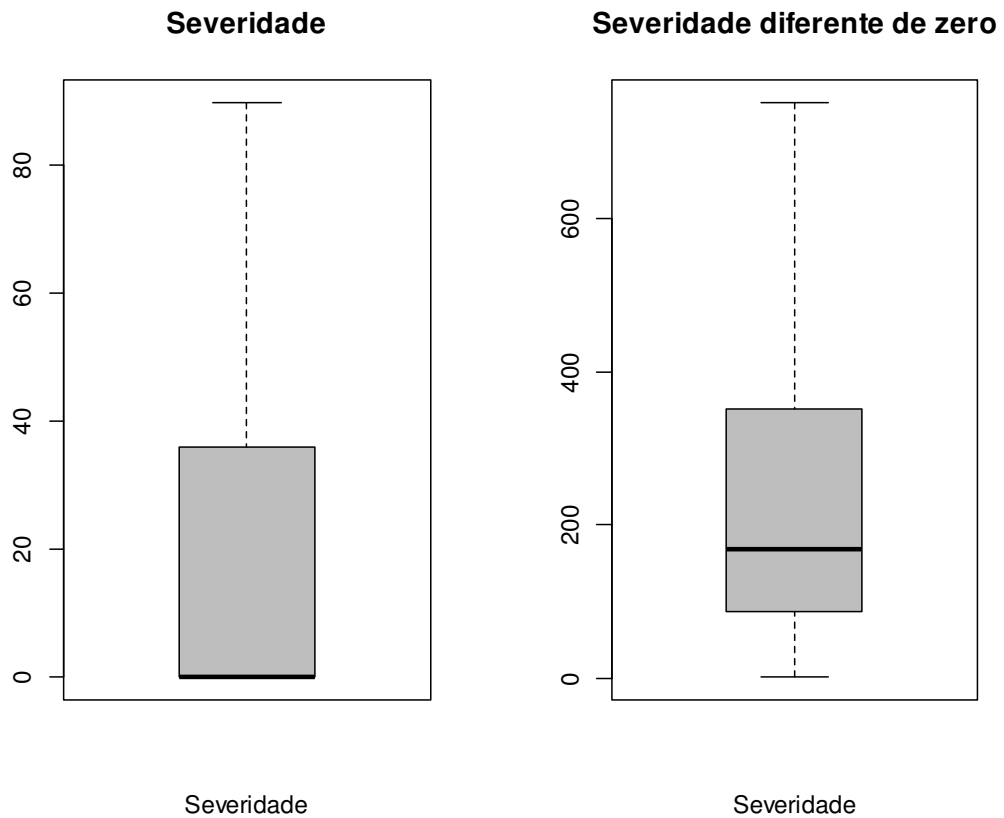


Figura 14: Box-Plot da severidade e severidade diferente de zero para os dados de assistência odontológica.

2.2.2.2. TITULARIDADE

A base identifica o beneficiário entre titular e dependente. No caso dos planos classificados na modalidade Coletivo Empresarial, o titular deve ter vínculo empregatício com a empresa contratante do plano. Os dependentes podem ser cônjuge ou filhos menores de 24 anos. A figura 15 indica que os titulares têm maior variabilidade quanto à severidade. Porém, as medianas são similares para os dois grupos.

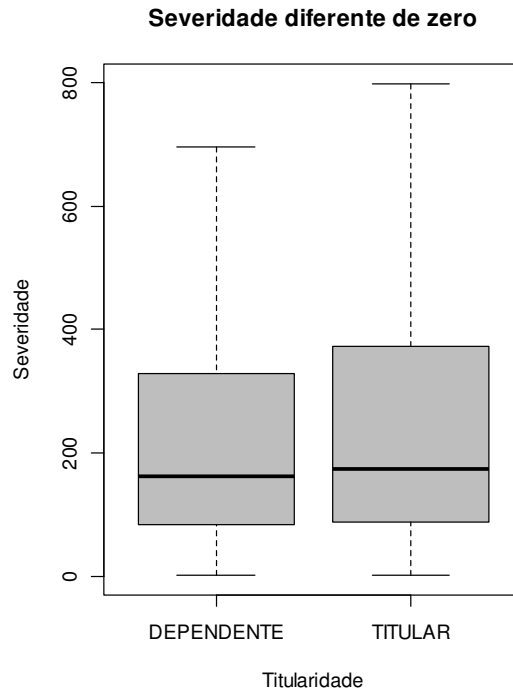


Figura 15: Box-Plot da severidade condicionada à ocorrência de sinistro por titularidade para os dados de assistência odontológica.

2.2.2.3. FAIXA ETÁRIA

Atualmente a idade não é uma variável considerada na formação de preços dos planos odontológicos. Acredita-se que esta variável não tem influência relevante na severidade quando se trata de planos exclusivamente odontológicos. Apesar de não ser exigida pela Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS), aqui optou-se por classificar a idade pelas mesmas faixas etárias dos planos de assistência médico-hospitalar a fim de melhorar a análise de resultados. Na figura 16 analisamos a severidade condicionada à ocorrência do sinistro em função da idade do beneficiário. Já na figura 17, foi analisada a Severidade pelas faixas etárias indicadas na Resolução Normativa nº 63 de 22 de dezembro de 2003 da ANS, mas que não é obrigatória para planos exclusivamente odontológicos. Na figura 17 estão os Box-Plots por faixa etária. A não ser pela faixa de 0 a 18 anos, as demais faixas têm comportamentos similares e relação à severidade.

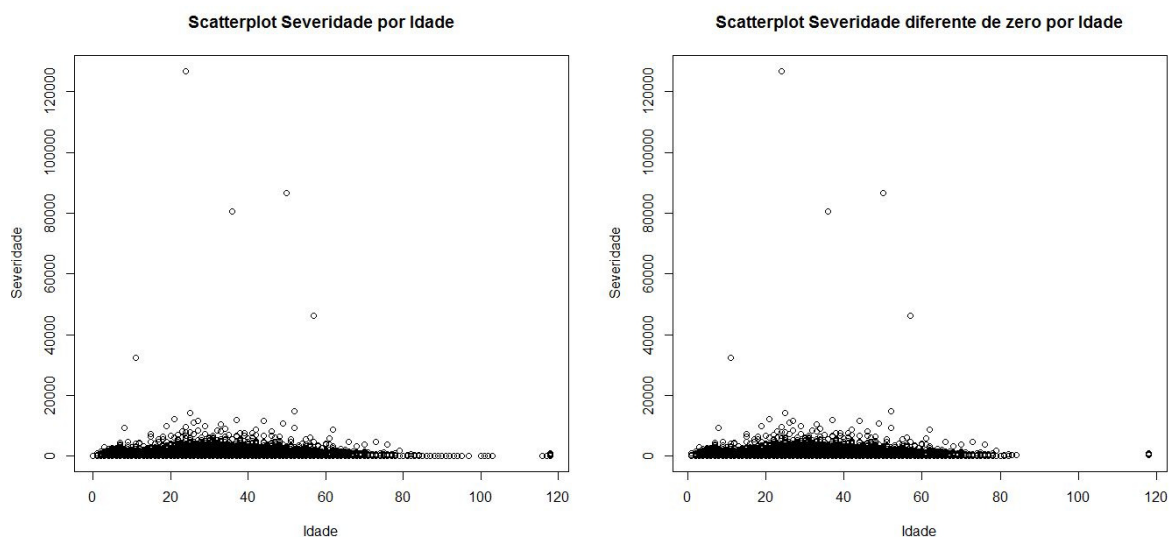


Figura 16: Scatterplot da severidade por idade e severidade diferente de zero para os dados de assistência odontológica.

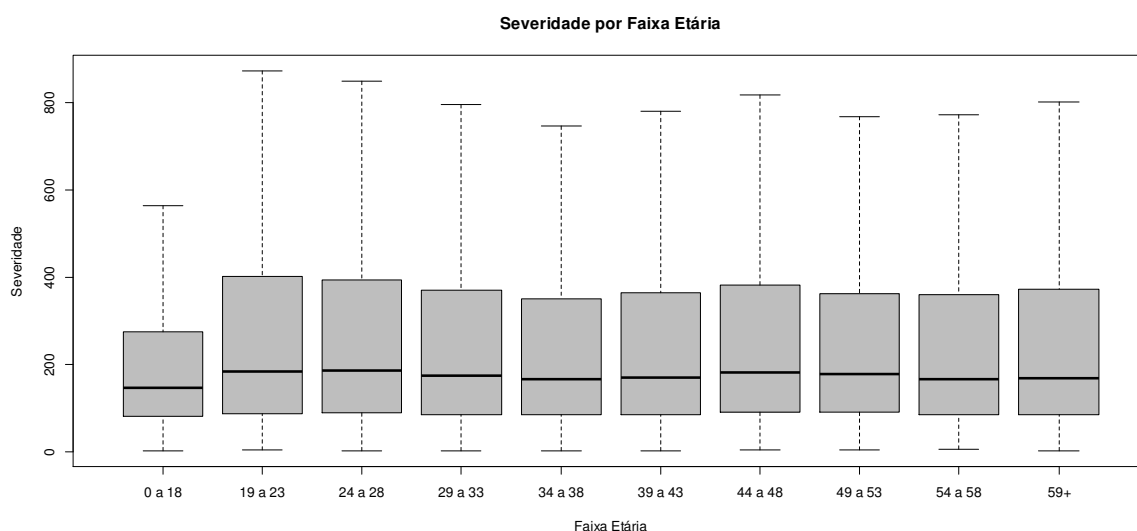


Figura 17: Box-Plot da severidade diferente de zero por faixa etária para os dados de assistência odontológica.

2.2.2.4. SEXO

Diferentemente dos planos de assistência médico-hospitalar, as ações de prevenção de planos odontológicos não são influenciadas pelo sexo do beneficiário. Trata-se de uma orientação geral, uma vez que o perfil de risco da saúde bucal não é fortemente influenciado pelo gênero. Podemos observar nos gráficos da figura 18 que, se considerarmos severidade diferente de zero, ou seja, dado que ocorreu o sinistro, não há indícios de que o sexo do beneficiário influencia na severidade.

Severidade diferente de zero por sexo

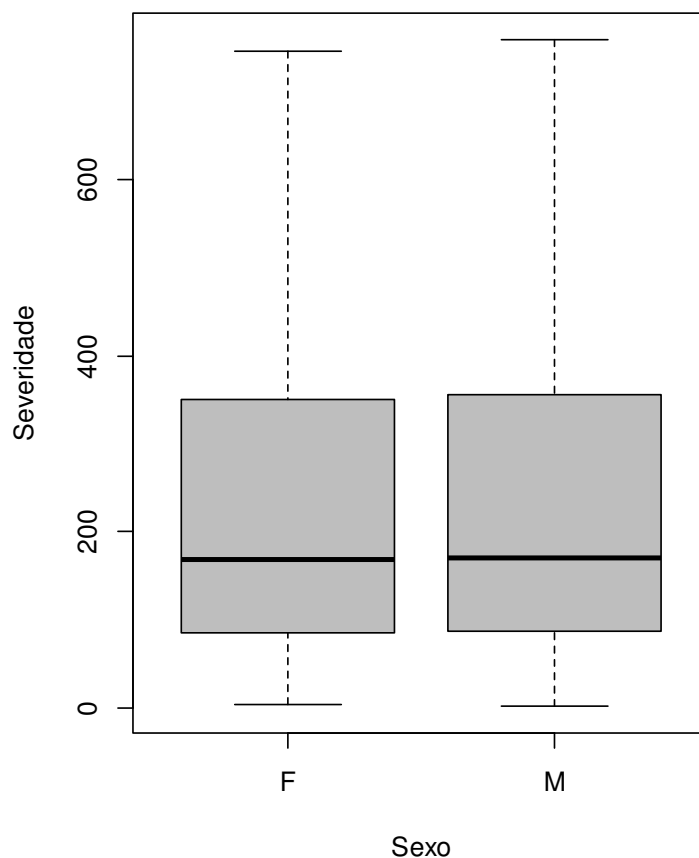


Figura 18: Box-Plot da severidade diferente de zero por gênero para os dados de assistência odontológica.

2.2.2.5. REGIÃO

O plano aqui estudado fornece assistência em âmbito nacional, ou seja, em todas as Unidades Federativas do Brasil mais o Distrito Federal. No entanto, a fim de melhor interpretar os resultados, ao invés de utilizar as UFs, a covariável região foi agrupada em 9 tipos que estão descritos na tabela 8. Este agrupamento foi baseado na forma atual de trabalho da operadora. São estes os agrupamentos que atualmente sensibilizam o cálculo dos prêmios comerciais. A região sensibiliza a severidade em função do custo da rede credenciada que é mais cara em áreas mais remotas, em função da oferta vs demanda. Objetivando reter o dentista credenciado, faz-se necessária uma maior remuneração daqueles que estão alocados em áreas com menor oferta deste profissional.

Tabela 8: Agrupamento das regiões da base de dados odontológica.

Região	Abrangência Geográfica
1	Norte
2	BA
3	Demais Nordeste
4	DF
5	Centro Oeste
6	RJ
7	SP
8	MG e ES
9	Sul

A figura 19 nos mostra que há diferenças significativas da severidade por região com destaque para a região 5 com a maior mediana e a região 7 com a menor.

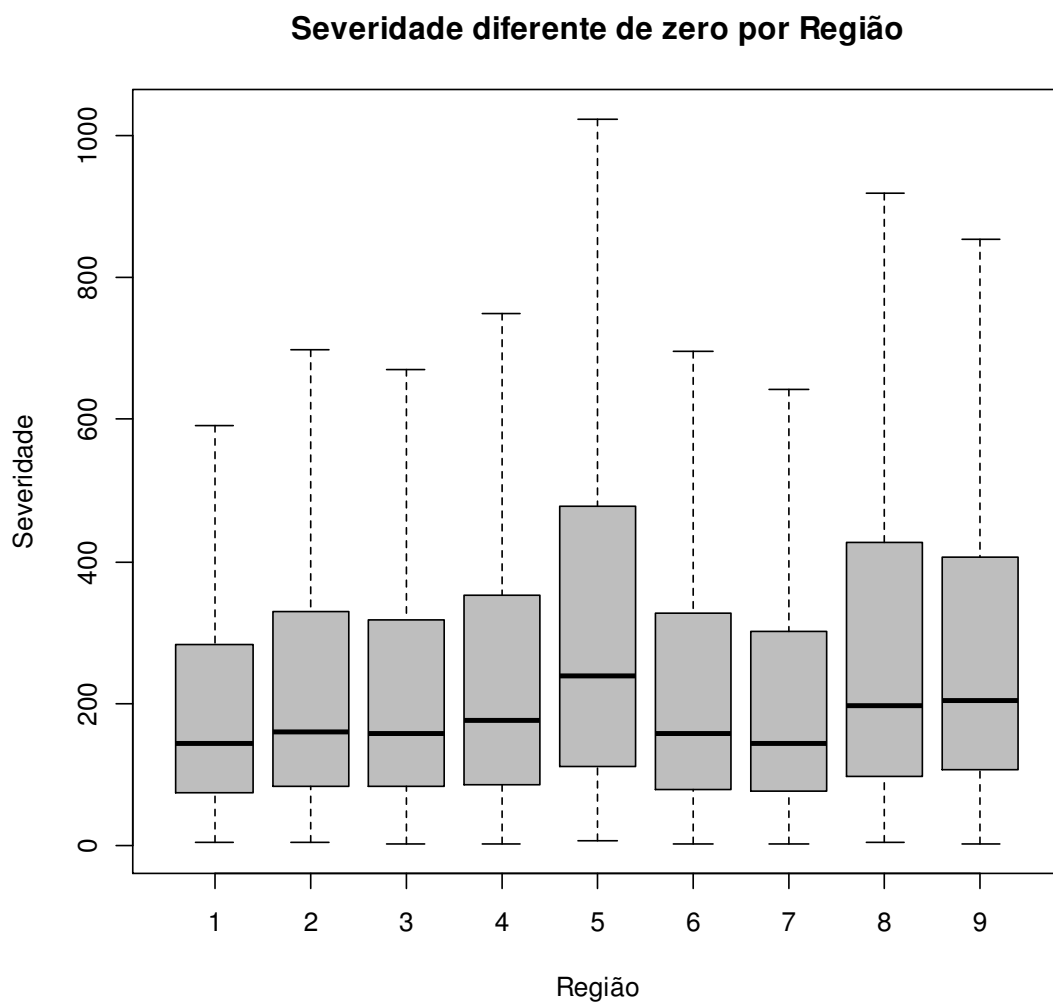


Figura 19: Box-Plot da severidade diferente de zero por região para os dados de assistência odontológica.

2.2.2.6. SEGMENTO

Com base na Classificação Nacional de Atividade Econômica (CNAE), as empresas clientes foram classificadas em 5 segmentos de acordo com a atividade principal, conforme a tabela 9. Sabe-se que na odontologia o segmento do cliente tem forte impacto na severidade por conta de dois fatores: 1) rotatividade e 2) perfil socioeconômico. Empresas com alta rotatividade têm severidade mais agravada em relação àquelas com menor rotatividade, pois a procurar por tratamento é sempre alta já que os beneficiários ficam pouco tempo no plano depois de concluírem o tratamento. Por isso, a curva de sinistro se mantém elevada. Alguns segmentos de atividade econômica, como Construção Civil, possuem beneficiários com maiores necessidades de tratamento, em função do acesso restrito à saúde bucal. Por isso, a severidade é maior nestes casos, fazendo com que o preço também o seja.

Tabela 9: Classificação dos segmentos por CNAE principal.

Segmento	Atividade Econômica Principal
Segmento 1	Comércio; Reparação de Veículos Automotores e Motocicletas; Transporte, Armazenagem e Correio
Segmento 2	Indústrias de Transformação; Informação e Comunicação.
Segmento 3	Atividades Financeiras, de Seguros e Serviços Relacionados; Educação; Saúde Humana e Serviços Sociais
Segmento 4	Alojamento e Alimentação; Atividades Administrativas e Serviços Complementares; Construção.
Segmento 5	Outras Atividades.

Na figura 20 podemos observar o que o segmento 4 possui severidade maior em relação aos demais. Trata-se justamente da atividade de Construção Civil e outras. Por outro lado, podemos destacar o segmento 3 com mediana menor que os demais grupos.

Severidade diferente de zero por Segmento

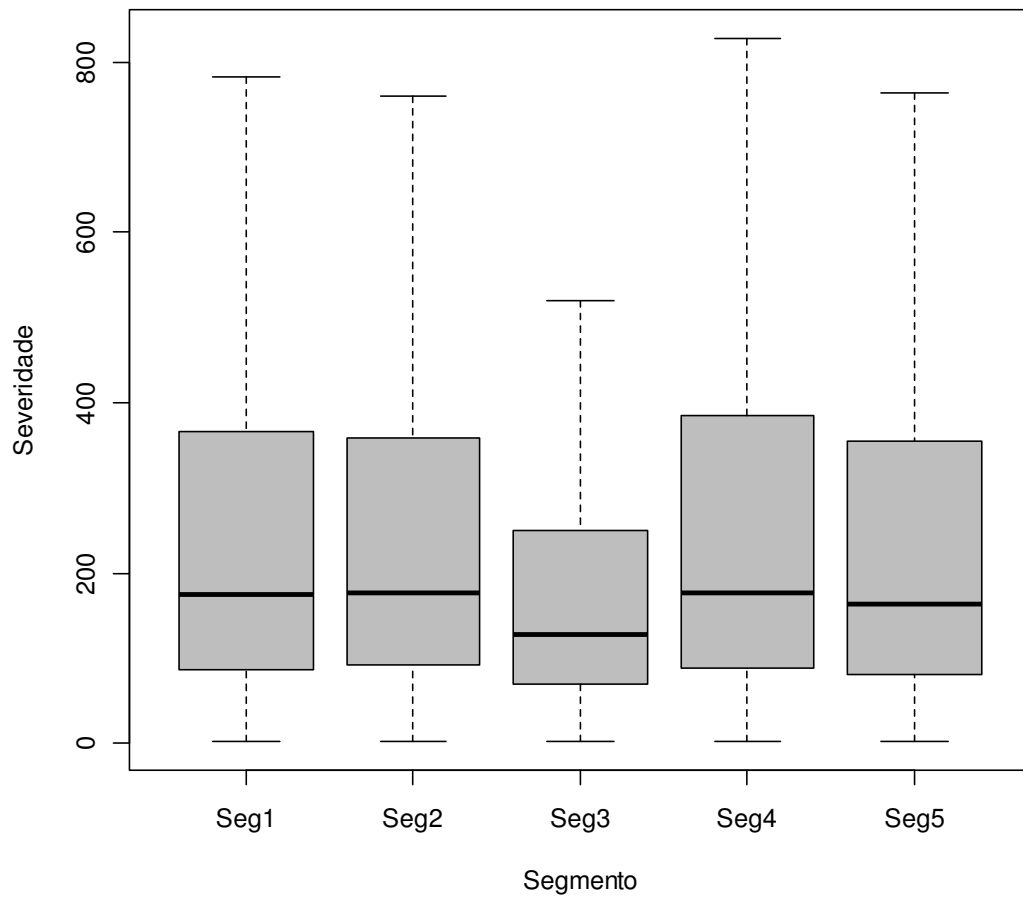


Figura 20: Box-Plot da severidade diferente de zero por segmento para os dados de assistência odontológica.

3. METODOLOGIA

A modelagem por regressão tem como finalidade relacionar uma variável (Resposta) a partir de uma ou mais variáveis (Explicativas). Na modelagem, o objetivo é avaliar o valor esperado da variável resposta como função de covariáveis.

Assim, definimos o modelo linear clássico como:

$$y = \beta_0 + x_1\beta_1 + \dots + x_p\beta_p + e$$

Onde o erro e segue uma distribuição Normal com média zero e variância constante.

$$e \sim N(0, \sigma^2)$$

A variância do erro é finita e constante, ou seja, não varia com os valores de x , atendendo ao princípio da homocedasticidade, assim a $Var(e) = \sigma^2$.

No Modelo Linear (ML) a distribuição de resposta precisa ser uma Normal ou próxima de Normal. Já o modelo linear generalizado (GLM), que está associado a uma distribuição da família Exponencial, não precisa ser uma Normal e a transformação da média da variável resposta está linearmente relacionada às variáveis explicativas.

No modelo GLM, o fato da variável resposta ser um membro da família Exponencial, traz como possível consequência a heterocedasticidade, ou seja, a variância variará com a média que também pode variar com as variáveis explicativas, o que não ocorre com a suposição da homocedasticidade do modelo de regressão linear clássico.

Os modelos lineares generalizados são importantes nas análises e avaliações de dados de seguros. Nosso propósito é avaliar dados de seguro saúde e esses dados comumente não seguem o modelo Normal. Por exemplo, os valores de um evento de saúde podem variar desde uma consulta eletiva até uma internação de longa permanência. Logo, a frequência desses eventos varia fortemente, por isso, a distribuição tende a não seguir um modelo linear.

Dada uma variável resposta y , o modelo linear generalizado (GLM) é dado por:

$$f(y) = c(y, \varphi) \exp\left\{\frac{y\theta - \alpha(\theta)}{\varphi}\right\}$$

A equação para $f(y)$ especifica que a distribuição da resposta está na família Exponencial.

$$g(\mu) = x'\beta$$

A equação $g(\mu)$ demonstra a transformação da média que está linearmente relacionada às variáveis explicativas contidas em x , podemos chamar de função de ligação.

Na tabela 10 apresentamos algumas distribuições que fazem parte da família Exponencial.

Tabela 10: Exemplos de distribuições da família Exponencial.

Distribuição	Função Densidade de Probabilidade
Binomial	$f(y) = \binom{n}{y} p^y (1-p)^{n-y}, y = 0, 1, \dots, n.$
Poisson	$f(y) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^y}{y!}, y = 0, 1, \dots$
Normal	$f(y) = (2\pi\sigma^2)^{-1/2} \exp\left\{\frac{-1}{2\sigma^2} (y - \mu)^2\right\}, y \in \mathfrak{R}$
Gama	$f(y) = \frac{\beta^\alpha}{\Gamma(\alpha)} y^{\alpha-1} e^{-\beta y}, y > 0$

Na tabela 11 apresentamos as funções de ligação mais utilizadas na prática.

Tabela 11: Funções de Ligação mais utilizadas.

Função de Ligação	$g(\mu)$	Distribuição de y
Identidade	μ	Normal
Log	$\log(\mu)$	Poisson
Potência	μ^p	Gama ($p=-1$)
		Normal Inversa
Logito	$\log\left(\frac{\mu}{1-\mu}\right)$	Binomial

Para a escolha do melhor ajuste de um modelo de GLM, primeiro escolhe-se uma distribuição para y e uma função de ligação. Após, estimam-se os coeficientes e parâmetros, isto é, ajusta-se o modelo e avalia-se se o ajuste é aderente com base na análise de resíduos.

Para a escolha do melhor ajuste foi utilizado o critério de Deviance (função desvio).

A Deviance (D), tem como motivação comparar o modelo de interesse com o modelo saturado. Esse modelo é útil para julgar a qualidade de ajustamento dos modelos em investigação, pois essa medida de discrepância entre o modelo saturado e o modelo corrente é baseada na estatística de razão de verossimilhança, segundo Turkman e Silva (2000).

$$D = -2 \ln \left[\frac{L_{Mod}}{L_{Sat}} \right]$$

Onde, L_{Mod} é a função de máxima verossimilhança do modelo em questão e L_{Sat} do modelo saturado.

Para o modelo Gama, que é o utilizado neste estudo, a Deviance é definida por:

$$D = 2 \sum_{i=1}^n \left(-\ln \left(\frac{y_i}{\hat{\mu}_i} \right) + \frac{y_i - \hat{\mu}_i}{\hat{\mu}_i} \right)$$

Assim, o modelo mais aderente é aquele que apresenta a menor Deviance.

4. MODELAGEM

4.1. MODELAGEM PARA SUBSCRIÇÃO DE RISCO EM ASSISTÊNCIA À SAÚDE

Os modelos gerados para estimação da severidade foram: o modelo de Regressão Linear, modelo de GLM com função de distribuição Gama e função de ligação Inversa e Log. Nos modelos foram considerados as covariáveis ano, sexo, região e faixa etária.

Os valores de Deviance para os modelos utilizados na análise de subscrição de assistência Médico-Hospitalar apresentaram resultados descritos nas tabelas 12 e 13.

Tabela 12: Ajustes dos modelos do plano básico de assistência médico-hospitalar.

Modelo	Deviance
Regressão Linear Múltipla	33,24
GLM função Inversa	43,46
GLM função Log	36,09

Tabela 13: Ajustes dos modelos do plano superior de assistência médico-hospitalar.

Modelo	Deviance
Regressão Linear Múltipla	222,33
GLM função Inversa	160,69
GLM função Log	151,07

Conforme as tabelas 12 e 13, os modelos de Regressão Linear Múltipla e o Modelo Linear Generalizado com distribuição Gama e função de ligação Log, apresentaram menor valor de Deviance, para o de assistência básica e para assistência superior, respectivamente.

Nas tabelas 14 e 15 a primeira linha da segunda coluna apresenta o valor do intercepto e as demais linhas as covariáveis da regressão. O intercepto é o parâmetro β_0 que apresenta o ponto em que a reta regressora corta o eixo y quando $x = 0$, os demais coeficientes são os parâmetros β_1, \dots, β_p que representam a inclinação da reta regressora são chamados de coeficiente de regressão ou coeficiente angular. A terceira coluna representa as estimativas dos coeficientes do modelo. A quarta coluna "Std Error" apresenta o erro padrão das estimativas do coeficiente de regressão. A quinta coluna apresenta a estatística "t", para valores $|t| > 2$ indicam coeficiente significativamente diferente de zero ao nível de significância de cinco por cento (5%)

que é apresentado na coluna seis e cuja força da significância é apresentada na tabela 16.

Tabela 14: Resultados da estimativa por Regressão Linear Múltipla para os dados de assistência médico-hospitalar – Plano: básico.

Coefficiente	Estimativa	Std. Error	t value	Pr(> t)	
Intercepto	9,164400	0,08159	112,324	2,00E-16	***
2015	-0,158980	0,04847	-3,820	0,00117	**
2016	-0,181800	0,04847	-3,751	0,00021	***
Sexo Masculino	-0,230350	0,03958	-5,820	1,59E-08	***
Região Nordeste	0,110370	0,06258	1,764	0,07885	.
Região Norte	-0,090750	0,06258	-1,450	0,14808	
Região Centro-Oeste	0,404990	0,06258	6,472	4,25E-10	***
Região Sul	-0,353780	0,06258	-5,654	3,84E-08	***
0-18	-2,227630	0,08850	-25,172	2,00E-16	***
19-23	-1,750900	0,08850	-19,785	2,00E-16	***
24-28	-1,360590	0,08850	-15,375	2,00E-16	***
29-33	-1,231300	0,08850	-13,914	2,00E-16	***
34-38	-1,079160	0,08850	-12,195	2,00E-16	***
39-43	-1,160910	0,08850	-13,118	2,00E-16	***
44-48	-1,077740	0,08850	-12,179	2,00E-16	***
49-53	-0,980870	0,08850	-11,084	2,00E-16	***
54-58	-0,773350	0,08850	-8,739	2,00E-16	***

Tabela 15: Resultados da estimativa por modelo GLM com distribuição Gama e função de ligação Log – Plano: superior.

Coefficiente	Estimativa	Std. Error	t value	Pr(> t)	
Intercepto	9,8568	0,17163	57,4290	< 2e-16	***
2015	-0,1352	0,10197	-1,3260	0,18602	
2016	-0,1346	0,10197	-1,3200	0,18803	
Sexo Masculino	-0,1293	0,08325	-1,5530	0,1216	
Região Nordeste	0,2007	0,13164	1,5250	0,12849	
Região Norte	-0,2901	0,13164	-2,2030	0,02837	*
Região Centro-Oeste	0,3602	0,13164	2,7360	6,61E-03	**
Região Sul	-0,4679	0,13164	-3,5550	0,00044	***
0-18	-2,3853	0,18616	-12,8130	< 2e-16	***
19-23	-2,2443	0,18616	-12,0550	< 2e-16	***
24-28	-1,9747	0,18616	-10,6070	< 2e-16	***
29-33	-1,7534	0,18616	-9,4190	< 2e-16	***
34-38	-1,8845	0,18616	-10,1230	< 2e-16	***
39-43	-1,5108	0,18616	-8,1150	1,49E-14	***
44-48	-1,6940	0,18616	-9,0990	< 2e-16	***
49-53	-1,1796	0,18616	-6,3370	9,23E-10	***
54-58	-0,9133	0,18616	-4,9060	1,57E-06	***

Tabela 16: códigos de significância ao nível de 5%.

De	Até	Código	Descrição
0	0,001	***	Nível de significância Alto
0,001	0,01	**	Nível de significância Médio
0,01	0,05	*	Nível de significância Baixo
0,05	0,1	.	Pouco nível de significância
0,1	1		Não significativo

Podemos observar nas figuras 21 e 22 que os resíduos dos modelos selecionados têm variância constante, os pontos são sem padrão em torno de zero e os resíduos fora do limite estabelecidos são inferiores a cinco por cento (5%). Assim podemos concluir que os modelos utilizados no estudo são satisfatórios.

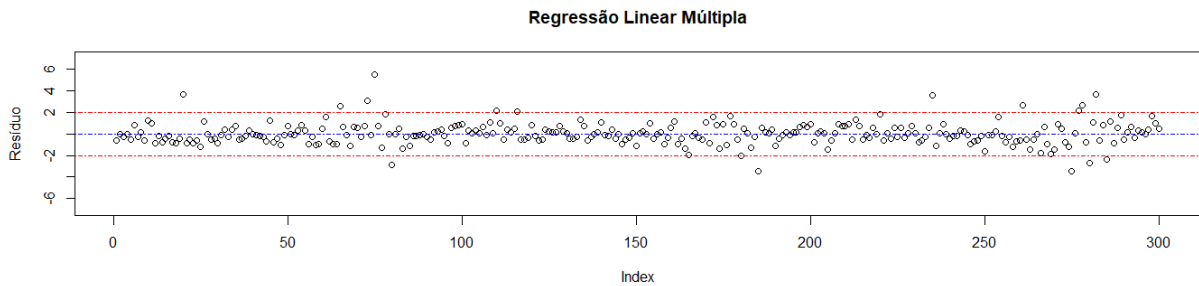


Figura 21: Análise de resíduos Regressão Linear Múltipla para o plano básico de assistência médico-hospitalar.

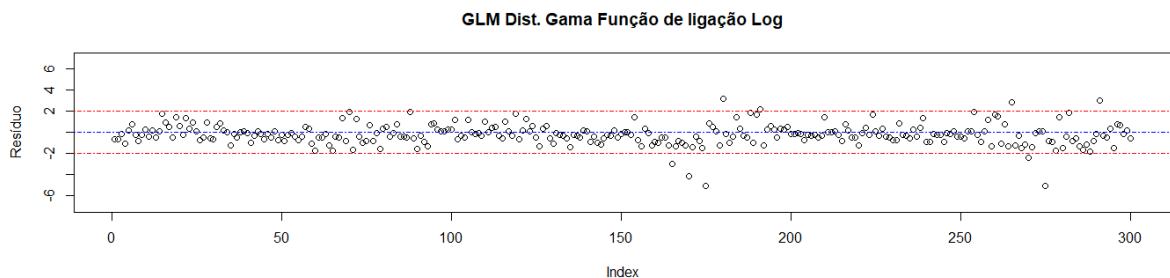


Figura 22: Análise de resíduos GLM Gama com função Log para o plano superior de assistência médico-hospitalar.

Após a escolha do melhor ajuste para os planos básico e superior, temos em posse informações importantes que nos permitem discutir diferenças entre os diversos grupos de risco. Esse estudo será apresentado no Capítulo 5.

4.1.1. SUSBCRIÇÃO DE RISCO EM ASSISTÊNCIA ODONTOLÓGICA

A fim de obter melhores resultados, a base de dados foi agrupada de forma que cada linha é a soma dos expostos, quantidade de sinistro e valor de sinistro por sexo, região, titularidade, faixa etária e segmento. Quando os dados foram agrupados considerou-se apenas os beneficiários que apresentaram sinistros. Logo, o estudo da severidade está condicionado à ocorrência de sinistro. Após somar quantidade de sinistro e valor, foi calculada a severidade para cada agrupamento.

A tabela 17 mostra os valores de Deviance estimados pela Regressão Linear (LM), Regressão Linear Generalizada Gama com função Inversa e Regressão Linear Generalizada Gama com função Log (GLM) para os dados de assistência Odontológica.

Tabela 17: Ajustes dos modelos para os dados de assistência odontológica.

Modelo	Deviance
Regressão Linear Múltipla	300.896.356
GLM Gama função Inversa	940,52
GLM Gama função Log	932,24

O primeiro modelo a ser gerado para estimação da severidade dado que ocorreu sinistro foi o de Regressão Linear Múltipla e considerou as variáveis: sexo, titularidade, idade e região. Os resultados podem ser observados na Tabela 18.

Tabela 18: Resultados da estimativa por Regressão Linear Múltipla para os dados de assistência Odontológica.

Coeficiente	Estimativa	Std. Error	t value	Pr(> t)	
Intercepto	986,956	53,665	18,391	< 2e-16	***
Sexo: Feminino	-18,983	21,268	-0,893	0,372229	
Titularidade: Dependente	-5,743	21,373	-0,269	0,788182	
0-18	-294,725	52,200	-5,646	1,93e-08	***
19-23	-20,993	49,326	-0,426	0,670461	
24-28	20,226	48,985	0,413	0,679738	
29-33	8,951	48,877	0,183	0,854708	
34-38	-92,656	48,881	-1,896	0,058197	.
39-43	-60,407	49,052	-1,231	0,218316	
44-48	93,621	49,325	1,898	0,057865	.
49-53	-103,810	49,831	-2,083	0,037385	*
54-58	-47,649	50,479	-0,944	0,345344	
Região 1	-108,530	47,683	-2,276	0,022971	*
Região 2	-101,182	43,649	-2,318	0,020570	*
Região 3	-167,150	44,383	-3,766	0,000172	***
Região 4	-61,277	45,993	-1,332	0,182951	
Região 5	219,492	44,510	4,931	9,00e-07	***
Região 6	-79,606	43,944	-1,812	0,070243	.
Região 7	-257,797	43,429	-5,936	3,56e-09	***
Região 8	233,766	43,483	5,376	8,72e-08	***
Segmento 1	-29,804	33,882	-0,880	0,379186	
Segmento 2	-74,120	33,887	-2,187	0,028867	*
Segmento 3	-251,264	34,402	-7,304	4,37e-13	***
Segmento 4	-29,106	34,484	-0,844	0,398781	

Na tabela 19 estão os resultados estimados da severidade condicionada à ocorrência de sinistro por GLM Gama com função de ligação Inversa.

Tabela 19: Resultados da estimativa por GLM Gama com função de ligação Inversa para os dados de assistência Odontológica.

Coefficiente	Estimativa	Std. Error	t value	Pr(> t)	
Intercepto	9,96E-04	8,18E-05	12,165	< 2e-16	***
Sexo: Feminino	2,70E-05	3,41E-05	0,794	0,427304	
Titularidade: Dependente	9,98E-06	3,41E-05	0,292	0,770067	
0-18	5,73E-04	1,03E-04	5,547	3,39E-08	***
19-23	2,59E-05	7,60E-05	0,34	0,733774	
24-28	-2,65E-05	7,39E-05	-0,359	0,719552	
29-33	-1,28E-05	7,42E-05	-0,173	0,86292	
34-38	1,32E-04	7,88E-05	1,67	0,09517	.
39-43	8,12E-05	7,76E-05	1,047	0,295263	
44-48	-1,07E-04	7,17E-05	-1,494	0,135273	
49-53	1,50E-04	8,12E-05	1,845	0,065266	.
54-58	6,50E-05	7,93E-05	0,82	0,412499	
Região 1	1,68E-04	8,13E-05	2,072	0,038428	*
Região 2	1,54E-04	7,33E-05	2,099	0,03601	*
Região 3	2,82E-04	7,91E-05	3,558	0,000384	***
Região 4	8,94E-05	7,52E-05	1,188	0,234818	
Região 5	-2,32E-04	6,26E-05	-3,699	0,000224	***
Região 6	1,17E-04	7,25E-05	1,615	0,106517	
Região 7	5,04E-04	8,47E-05	5,953	3,22E-09	***
Região 8	-2,45E-04	6,13E-05	-4,001	6,60E-05	***
Segmento 1	3,42E-05	5,04E-05	0,679	0,497486	
Segmento 2	9,34E-05	5,19E-05	1,797	0,072501	.
Segmento 3	4,16E-04	6,13E-05	6,782	1,65E-11	***
Segmento 4	3,44E-05	5,13E-05	0,671	0,502107	

Na tabela 20 estão os resultados estimados da severidade condicionada à ocorrência de sinistro por GLM Gama com função de ligação Log.

Tabela 20: Resultados da estimativa por GLM Gama com função de ligação Log para os dados de assistência Odontológica.

Coefficiente	Estimativa	Std. Error	t value	Pr(> t)	
Intercepto	6,961191	0,073077	95,258	< 2e-16	***
Sexo: Feminino	-0,030932	0,028962	-1,068	0,285664	
Titularidade: Dependente	-0,038736	0,029104	-1,331	0,183394	
0-18	-0,460774	0,071082	-6,482	1,20e-10	***
19-23	-0,048585	0,067169	-0,723	0,469589	
24-28	0,003980	0,066704	0,060	0,952432	
29-33	-0,003323	0,066557	-0,050	0,960189	
34-38	-0,145315	0,066563	-2,183	0,029169	*
39-43	-0,099377	0,066795	-1,488	0,137001	
44-48	0,096053	0,067167	1,430	0,152890	
49-53	-0,139109	0,067856	-2,050	0,040518	*
54-58	-0,050660	0,068739	-0,737	0,461234	
Região 1	-0,131257	0,064931	-2,021	0,043395	*
Região 2	-0,143247	0,059438	-2,410	0,016063	*
Região 3	-0,225927	0,060437	-3,738	0,000192	***
Região 4	-0,076836	0,062631	-1,227	0,220070	
Região 5	0,242724	0,060610	4,005	6,49e-05	***
Região 6	-0,116152	0,059840	-1,941	0,052426	.
Região 7	-0,374918	0,059138	-6,340	2,98e-10	***
Região 8	0,244041	0,059211	4,122	3,95e-05	***
Segmento 1	-0,043612	0,046138	-0,945	0,344675	
Segmento 2	-0,098677	0,046146	-2,138	0,032635	*
Segmento 3	-0,369534	0,046847	-7,888	5,59e-15	***
Segmento 4	-0,042319	0,046958	-0,901	0,367611	

Nas figuras 23, 24 e 25 podemos observar o comportamento dos resíduos dos três modelos gerados: Regressão Linear Múltipla, GLM Gama função Inversa e GLM Gama função Log.

Em ambos os casos, os resíduos apresentam variância constante e em torno de zero. Além disso, há indícios visuais de que os pontos fora do limite representam menos de 5%, conforme esperado para os modelos.

Com base no critério de Deviance, o modelo que melhor se ajusta aos dados é o GLM Gama com função de ligação Log.

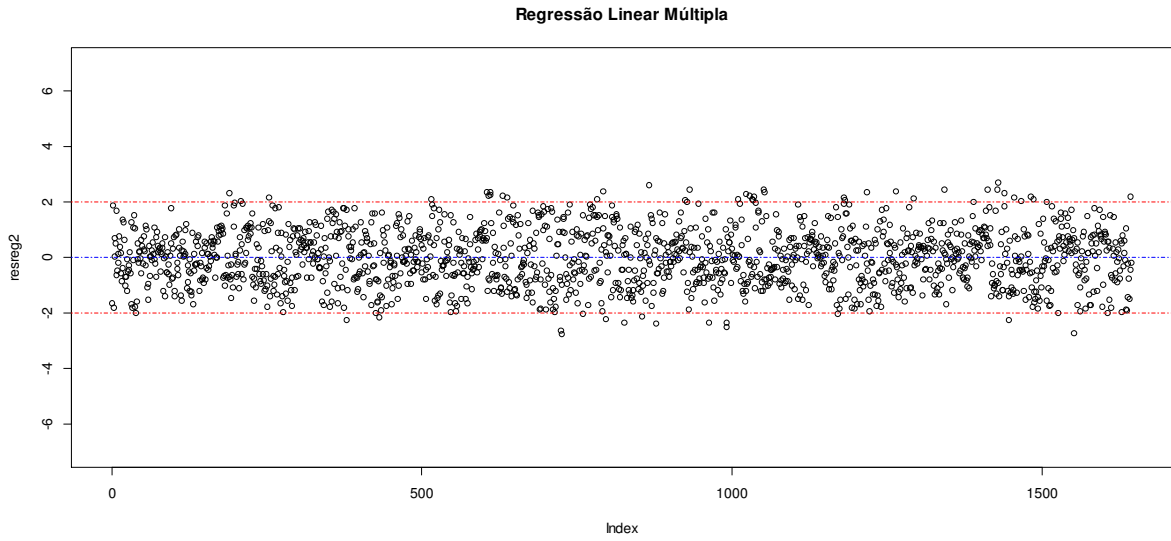


Figura 23: Análise de resíduos Regressão Linear Múltipla para os dados de assistência odontológica.

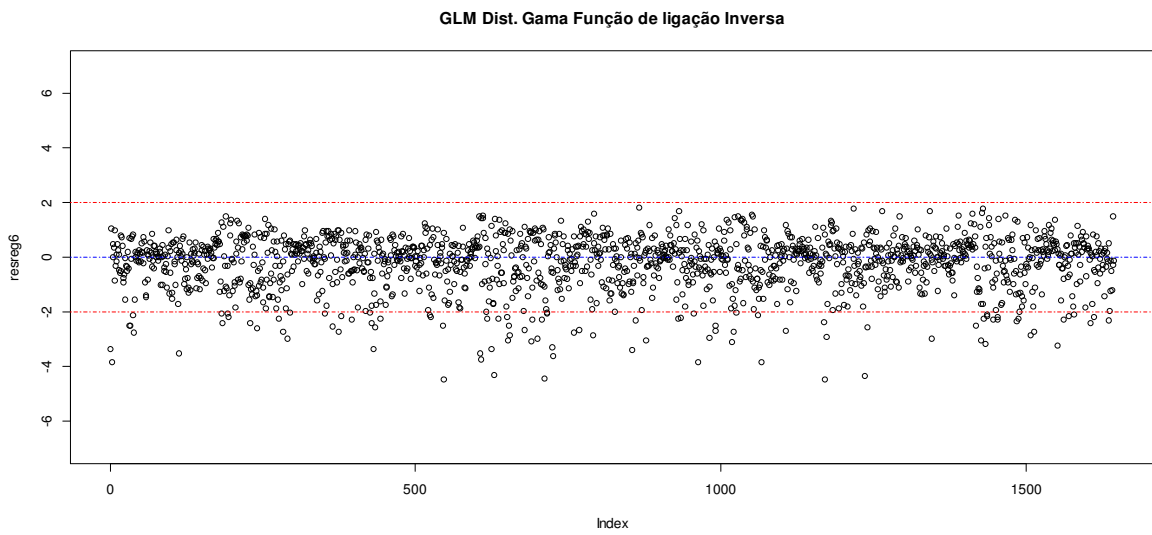


Figura 24: Análise de resíduos GLM Gama com função Inversa para os dados de assistência odontológica.

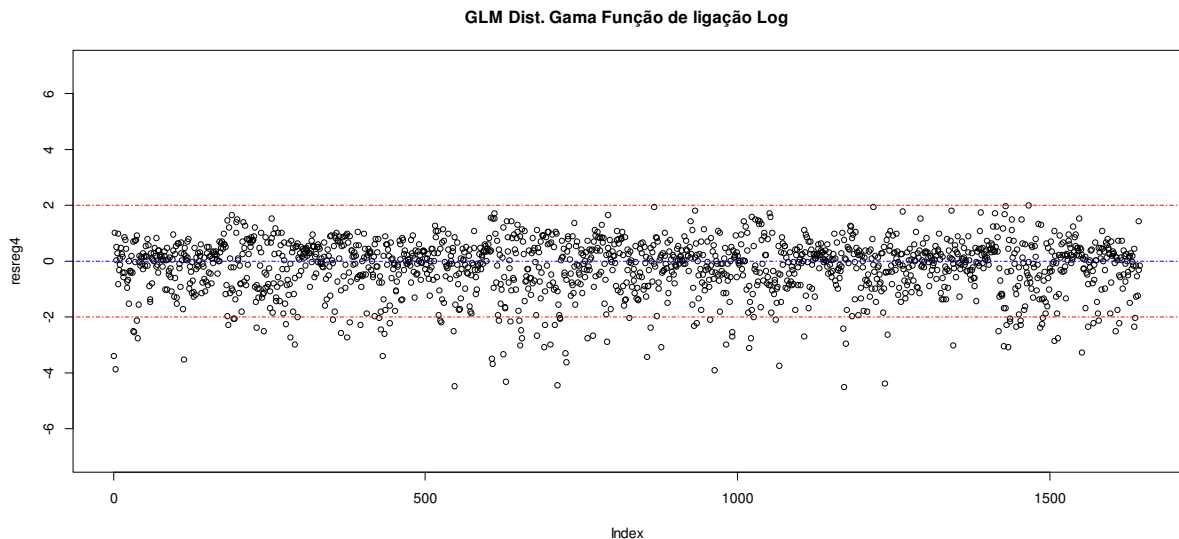


Figura 25: Análise de resíduos GLM Gama com função Log para os dados de assistência odontológica.

5. DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

Após a escolha do melhor ajuste das variáveis em estudo, temos posse de informações importantes que nos permitem tomar decisões estratégicas nas análises de custos dos produtos de assistência à saúde.

Para a construção das tabelas de custos de assistência médico-hospitalar para os planos básico e superior foi preciso transformar as variáveis estimadas na regressão, pois utilizou-se como variável resposta o $\log(y)$, logo para calcularmos $\hat{\mu}$ utilizou-se a seguinte fórmula:

$$\hat{\mu} = \exp(\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_1 + \dots + \hat{\beta}_p x_p)$$

No caso do plano de assistência básica, o modelo que melhor se ajustou foi a regressão linear múltipla com o log da variável resposta (severidade), conforme apresentado na tabela 12. No entanto, para a melhor interpretação dos dados o ajuste apresentado nas tabelas 16 e 17 foi o segundo melhor ajuste do modelo, o GLM Gama e função de ligação Log.

Após a transformação dos coeficientes, os resultados estimados podem ser observados nas tabelas 21, 22, 23 e 24.

Tabela 21: Severidade estimada para o sexo feminino em 2017 por faixa etária e região para os dados de assistência médico-hospitalar no plano básico.

Faixa etária	Sudeste	Nordeste	Norte	Centro-Oeste	Sul
0-18	1.010,88	1.132,30	939,6994	1.527,41	796,8369
19-23	1.654,39	1.853,11	1.537,90	2.499,73	1.304,09
24-28	2.533,81	2.838,16	2.355,39	3.828,51	1.997,30
29-33	2.894,65	3.242,34	2.690,82	4.373,72	2.281,73
34-38	3.590,94	4.022,26	3.338,08	5.425,80	2.830,59
39-43	3.147,08	3.525,09	2.925,47	4.755,13	2.480,71
44-48	3.493,71	3.913,35	3.247,69	5.278,88	2.753,95
49-53	3.536,10	3.960,83	3.287,10	5.342,93	2.787,36
54-58	4.274,49	4.787,91	3.973,49	6.458,61	3.369,40
59+	9.471,76	10.609,45	8.804,78	14.311,52	7.466,19

Tabela 22: Severidade estimada para o sexo masculino em 2017 por faixa etária e região para os dados de assistência médico-hospitalar no plano básico.

Faixa etária	Sudeste	Nordeste	Norte	Centro-Oeste	Sul
0-18	843,13	944,40	783,76	1.273,94	664,60
19-23	1.379,85	1.545,59	1.282,68	2.084,91	1.087,68
24-28	2.113,33	2.367,17	1.964,51	3.193,17	1.665,85
29-33	2.414,29	2.704,28	2.244,28	3.647,91	1.903,08
34-38	2.995,03	3.354,78	2.784,13	4.525,39	2.360,86
39-43	2.624,83	2.940,10	2.439,99	3.966,03	2.069,04
44-48	2.913,94	3.263,94	2.708,74	4.402,86	2.296,93
49-53	2.949,29	3.303,54	2.741,61	4.456,28	2.324,80
54-58	3.565,14	3.993,37	3.314,10	5.386,82	2.810,25
59+	7.899,94	8.848,83	7.343,64	11.936,55	6.227,19

Tabela 23: Severidade estimada para o sexo feminino em 2017 por faixa etária e região para os dados de assistência médico-hospitalar no plano superior.

Faixa etária	Sudeste	Nordeste	Norte	Centro-Oeste	Sul
0-18	1.757,35	2.147,91	1.314,88	2.519,23	1.100,63
19-23	2.023,45	2.473,16	1.513,98	2.900,71	1.267,30
24-28	2.649,46	3.238,29	1.982,37	3.798,11	1.659,36
29-33	3.305,72	4.040,40	2.473,40	4.738,90	2.070,39
34-38	2.899,55	3.543,96	2.169,50	4.156,63	1.816,00
39-43	4.213,55	5.149,99	3.152,65	6.040,31	2.638,96
44-48	3.508,17	4.287,85	2.624,88	5.029,12	2.197,18
49-53	5.867,48	7.171,50	4.390,16	8.411,29	3.674,82
54-58	7.658,26	9.360,28	5.730,05	10.978,46	4.796,40
59+	19.088,09	23.330,34	4.282,07	27.363,63	11.954,94

Tabela 24: Severidade estimada para o sexo masculino em 2017 por faixa etária e região para os dados de assistência médico-hospitalar no plano superior.

Faixa etária	Sudeste	Nordeste	Norte	Centro-Oeste	Sul
0-18	1.544,24	1.887,45	1.155,43	2.213,74	967,17
19-23	1.778,08	2.173,25	1.330,39	2.548,96	1.113,62
24-28	2.328,18	2.845,60	1.741,98	3.337,54	1.458,14
29-33	2.904,86	3.550,45	2.173,47	4.164,24	1.819,32
34-38	2.547,94	3.114,21	1.906,42	3.652,58	1.595,78
39-43	3.702,60	4.525,48	2.770,35	5.307,84	2.318,95
44-48	3.082,76	3.767,89	2.306,58	4.419,27	1.930,74
49-53	5.155,97	6.301,86	3.857,79	7.391,31	3.229,20
54-58	6.729,59	8.225,22	5.035,21	9.647,17	4.214,77
59+	16.773,41	20.501,23	12.550,18	24.045,42	10.505,25

No caso da análise para assistência exclusivamente odontológica, o modelo que mais se mostrou aderente foi GLM Gama com função de ligação Log.

Como o modelo utilizado transforma os dados, para o cálculo da estimativa da severidade na escala original utilizou-se a seguinte fórmula:

$$\hat{\mu} = \exp(\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_1 + \dots + \hat{\beta}_p x_p)$$

As tabelas 25 a 44 mostram os resultados estimados da severidade pelo modelo escolhido por sexo, faixa etária, região, titularidade e segmento.

Tabela 25: Severidade estimada para o sexo: feminino, titularidade: dependente e segmento: 1 para dados de assistência odontológica.

Sexo: Feminino, Titularidade: Dependente, Segmento 1									
Faixa etária	Região 1	Região 2	Região 3	Região 4	Região 5	Região 6	Região 7	Região 8	Região 9
0-18	521,068	514,857	474,001	550,211	757,377	528,998	408,389	758,375	594,153
19-23	786,875	777,496	715,799	830,884	1.143,730	798,851	616,716	1.145,237	897,242
24-28	829,343	819,459	754,431	875,728	1.205,458	841,965	650,000	1.207,047	945,667
29-33	823,309	813,496	748,942	869,355	1.196,687	835,839	645,271	1.198,264	938,786
34-38	714,326	705,812	649,803	754,277	1.038,279	725,197	559,855	1.039,648	814,518
39-43	747,906	738,992	680,350	789,735	1.087,088	759,289	586,174	1.088,521	852,808
44-48	909,329	898,491	827,192	960,187	1.321,718	923,169	712,690	1.323,460	1.036,872
49-53	718,773	710,206	653,848	758,973	1.044,743	729,712	563,340	1.046,120	819,588
54-58	785,244	775,885	714,315	829,162	1.141,359	797,195	615,437	1.142,863	895,382
59+	826,049	816,204	751,434	872,249	1.200,670	838,621	647,419	1.202,252	941,911

Tabela 26: Severidade estimada para o sexo: masculino, titularidade: dependente e segmento: 1 para os dados de assistência odontológica.

Sexo: Masculino, Titularidade: Dependente, Segmento 1									
Faixa etária	Região 1	Região 2	Região 3	Região 4	Região 5	Região 6	Região 7	Região 8	Região 9
0-18	537,437	531,032	488,892	567,496	781,170	545,617	421,218	782,200	612,819
19-23	811,595	801,922	738,286	856,986	1.179,661	823,947	636,090	1.181,215	925,430
24-28	855,397	845,202	778,132	903,239	1.243,328	868,416	670,420	1.244,967	975,376
29-33	849,173	839,052	772,470	896,667	1.234,281	862,097	665,542	1.235,908	968,279
34-38	736,766	727,985	670,217	777,973	1.070,897	747,980	577,443	1.072,308	840,106
39-43	771,402	762,208	701,723	814,545	1.121,239	783,142	604,588	1.122,717	879,599
44-48	937,896	926,718	853,179	990,352	1.363,241	952,170	735,079	1.365,037	1.069,446
49-53	741,353	732,517	674,389	782,816	1.077,564	752,636	581,038	1.078,984	845,336
54-58	809,912	800,259	736,755	855,210	1.177,215	822,239	634,771	1.178,767	923,511
59+	852,000	841,845	775,041	899,651	1.238,389	864,967	667,757	1.240,022	971,502

Tabela 27: Severidade estimada para o sexo: feminino, titularidade: titular, segmento: 1 para os dados de assistência odontológica.

Sexo: Feminino, Titularidade: Titular, Segmento 1									
Faixa etária	Região 1	Região 2	Região 3	Região 4	Região 5	Região 6	Região 7	Região 8	Região 9
0-18	541,648	535,192	492,722	571,942	787,290	549,892	424,518	788,328	617,620
19-23	817,953	808,204	744,070	863,700	1.188,903	830,402	641,073	1.190,469	932,680
24-28	862,099	851,824	784,228	910,315	1.253,069	875,220	675,673	1.254,720	983,018
29-33	855,826	845,626	778,522	903,691	1.243,951	868,851	670,756	1.245,591	975,865
34-38	742,539	733,689	675,467	784,068	1.079,287	753,840	581,967	1.080,709	846,688
39-43	777,445	768,179	707,221	820,927	1.130,024	789,278	609,325	1.131,513	886,490
44-48	945,244	933,978	859,863	998,111	1.373,921	959,630	740,838	1.375,732	1.077,825
49-53	747,161	738,256	679,672	788,949	1.086,006	758,533	585,590	1.087,437	851,959
54-58	816,258	806,529	742,528	861,910	1.186,438	828,681	639,745	1.188,002	930,747
59+	858,675	848,441	781,113	906,699	1.248,092	871,743	672,989	1.249,736	979,113

Tabela 28: Severidade estimada para o sexo: masculino, titularidade: titular, segmento: 1 para os dados de assistência odontológica.

Sexo: Masculino, Titularidade: Titular, Segmento 1									
Faixa etária	Região 1	Região 2	Região 3	Região 4	Região 5	Região 6	Região 7	Região 8	Região 9
0-18	558,664	552,005	508,201	589,909	812,023	567,167	437,855	813,093	637,023
19-23	843,649	833,594	767,445	890,834	1.226,252	856,489	661,213	1.227,868	961,980
24-28	889,182	878,584	808,865	938,913	1.292,435	902,715	696,899	1.294,138	1.013,899
29-33	882,712	872,191	802,979	932,081	1.283,030	896,147	691,828	1.284,721	1.006,522
34-38	765,866	756,738	696,688	808,700	1.113,193	777,522	600,250	1.114,660	873,287
39-43	801,869	792,312	729,438	846,717	1.165,524	814,073	628,467	1.167,060	914,340
44-48	974,939	963,319	886,876	1.029,467	1.417,083	989,777	764,112	1.418,951	1.111,685
49-53	770,634	761,449	701,025	813,734	1.120,123	782,362	603,987	1.121,599	878,723
54-58	841,901	831,867	765,854	888,987	1.223,711	854,714	659,842	1.225,323	959,986
59+	885,650	875,095	805,652	935,184	1.287,301	899,129	694,131	1.288,997	1.009,872

Tabela 29: Severidade estimada para o sexo: feminino, titularidade: dependente, segmento: 2 para os dados de assistência odontológica.

Sexo: Feminino, Titularidade: Dependente, Segmento 2									
Faixa etária	Região 1	Região 2	Região 3	Região 4	Região 5	Região 6	Região 7	Região 8	Região 9
0-18	493,151	487,273	448,606	520,732	716,799	500,656	386,509	717,744	562,321
19-23	744,717	735,841	677,449	786,368	1.082,453	756,051	583,674	1.083,879	849,171
24-28	784,910	775,555	714,011	828,809	1.140,874	796,856	615,176	1.142,378	895,002
29-33	779,199	769,912	708,816	822,778	1.132,573	791,058	610,699	1.134,065	888,490
34-38	676,055	667,997	614,989	713,866	982,652	686,344	529,860	983,947	770,879
39-43	707,836	699,399	643,899	747,424	1.028,846	718,609	554,769	1.030,202	807,117
44-48	860,610	850,353	782,874	908,744	1.250,906	873,709	674,506	1.252,554	981,320
49-53	680,263	672,156	618,817	718,310	988,769	690,617	533,159	990,072	775,678
54-58	743,173	734,316	676,045	784,738	1.080,209	754,484	582,464	1.081,633	847,411
59+	781,792	772,475	711,175	825,517	1.136,342	793,691	612,732	1.137,840	891,447

Tabela 30: Severidade estimada para o sexo: masculino, titularidade: dependente, segmento: 2 para os dados de assistência odontológica.

Sexo: Masculino, Titularidade: Dependente, Segmento 2									
Faixa etária	Região 1	Região 2	Região 3	Região 4	Região 5	Região 6	Região 7	Região 8	Região 9
0-18	508,643	502,581	462,699	537,091	739,318	516,385	398,651	740,292	579,986
19-23	768,112	758,958	698,731	811,072	1.116,459	779,803	602,011	1.117,930	875,848
24-28	809,568	799,919	736,442	854,847	1.176,715	821,890	634,502	1.178,266	923,119
29-33	803,677	794,099	731,084	848,626	1.168,153	815,909	629,885	1.169,692	916,402
34-38	697,293	688,983	634,309	736,292	1.013,522	707,906	546,506	1.014,858	795,096
39-43	730,073	721,371	664,127	770,905	1.061,168	741,184	572,197	1.062,566	832,473
44-48	887,647	877,068	807,468	937,292	1.290,203	901,157	695,696	1.291,904	1.012,149
49-53	701,634	693,272	638,258	740,876	1.019,832	712,313	549,908	1.021,176	800,046
54-58	766,520	757,384	697,283	809,391	1.114,144	778,186	600,763	1.115,613	874,033
59+	806,353	796,742	733,517	851,451	1.172,041	818,625	631,981	1.173,586	919,452

Tabela 31: Severidade estimada para o sexo: feminino, titularidade: titular, segmento: 2 para os dados de assistência odontológica.

Sexo: Feminino, Titularidade: Titular, Segmento 2

Faixa etária	Região 1	Região 2	Região 3	Região 4	Região 5	Região 6	Região 7	Região 8	Região 9
0-18	512,628	506,519	466,324	541,299	745,110	520,430	401,774	746,092	584,530
19-23	774,130	764,904	704,205	817,427	1.125,206	785,912	606,727	1.126,688	882,710
24-28	815,911	806,186	742,212	861,544	1.185,934	828,329	639,473	1.187,497	930,351
29-33	809,974	800,320	736,811	855,275	1.177,305	822,301	634,820	1.178,856	923,581
34-38	702,756	694,380	639,278	742,061	1.021,463	713,452	550,787	1.022,809	801,325
39-43	735,792	727,023	669,331	776,945	1.069,481	746,991	576,680	1.070,891	838,995
44-48	894,601	883,939	813,795	944,635	1.300,311	908,217	701,147	1.302,025	1.020,079
49-53	707,131	698,703	643,258	746,680	1.027,822	717,893	554,216	1.029,176	806,314
54-58	772,525	763,318	702,746	815,732	1.122,873	784,283	605,469	1.124,353	880,881
59+	812,670	802,984	739,264	858,122	1.181,223	825,038	636,933	1.182,780	926,656

Tabela 32: Severidade estimada para o sexo: masculino, titularidade: titular, segmento: 2 para os dados de assistência odontológica.

Sexo: Masculino, Titularidade: Titular, Segmento 2

Faixa etária	Região 1	Região 2	Região 3	Região 4	Região 5	Região 6	Região 7	Região 8	Região 9
0-18	528,733	522,431	480,974	558,304	768,518	536,780	414,396	769,531	602,893
19-23	798,450	788,933	726,328	843,106	1.160,554	810,602	625,788	1.162,084	910,441
24-28	841,543	831,513	765,529	888,610	1.223,191	854,351	659,562	1.224,803	959,578
29-33	835,420	825,463	759,959	882,144	1.214,290	848,134	654,763	1.215,890	952,596
34-38	724,834	716,195	659,362	765,373	1.053,552	735,865	568,091	1.054,941	826,499
39-43	758,908	749,863	690,358	801,353	1.103,079	770,458	594,796	1.104,533	865,353
44-48	922,705	911,708	839,360	974,311	1.341,161	936,749	723,173	1.342,929	1.052,125
49-53	729,346	720,653	663,466	770,137	1.060,111	740,446	571,627	1.061,508	831,644
54-58	796,795	787,298	724,823	841,359	1.158,149	808,922	624,490	1.159,675	908,554
59+	838,200	828,210	762,488	885,080	1.218,332	850,957	656,942	1.219,938	955,767

Tabela 33: Severidade estimada para o sexo: feminino, titularidade: dependente, segmento: 3 para os dados de assistência odontológica.

Sexo: Feminino, Titularidade: Dependente, Segmento 3									
Faixa etária	Região 1	Região 2	Região 3	Região 4	Região 5	Região 6	Região 7	Região 8	Região 9
0-18	376,139	371,656	342,163	397,176	546,721	381,863	294,800	547,442	428,896
19-23	568,015	561,245	516,708	599,783	825,615	576,660	445,183	826,703	647,685
24-28	598,671	591,536	544,595	632,154	870,174	607,782	469,210	871,321	682,641
29-33	594,315	587,231	540,632	627,554	863,842	603,360	465,796	864,981	677,674
34-38	515,644	509,499	469,068	544,484	749,494	523,492	404,138	750,481	587,969
39-43	539,884	533,450	491,118	570,080	784,727	548,101	423,136	785,761	615,609
44-48	656,410	648,586	597,118	693,122	954,098	666,400	514,463	955,355	748,478
49-53	518,854	512,670	471,988	547,873	754,160	526,751	406,654	755,153	591,629
54-58	566,837	560,081	515,636	598,540	823,903	575,464	444,260	824,989	646,342
59+	596,293	589,186	542,432	629,643	866,717	605,368	467,347	867,860	679,929

Tabela 34: Severidade estimada para o sexo: masculino, titularidade: dependente, segmento: 3 para os dados de assistência odontológica.

Sexo: Masculino, Titularidade: Dependente, Segmento 3									
Faixa etária	Região 1	Região 2	Região 3	Região 4	Região 5	Região 6	Região 7	Região 8	Região 9
0-18	387,955	383,331	352,912	409,653	563,897	393,860	304,061	564,640	442,370
19-23	585,859	578,876	532,940	618,625	851,552	594,775	459,169	852,674	668,032
24-28	617,478	610,119	561,703	652,013	897,511	626,876	483,951	898,693	704,086
29-33	612,985	605,680	557,616	647,269	890,980	622,315	480,429	892,154	698,963
34-38	531,843	525,505	483,804	561,589	773,039	539,938	416,834	774,058	606,440
39-43	556,845	550,208	506,547	587,989	809,380	565,320	436,429	810,446	634,949
44-48	677,031	668,962	615,877	714,897	984,071	687,335	530,625	985,368	771,992
49-53	535,154	528,776	486,815	565,085	777,852	543,299	419,429	778,877	610,215
54-58	584,645	577,676	531,835	617,343	849,786	593,543	458,217	850,906	666,647
59+	615,026	607,696	559,472	649,423	893,946	624,386	482,028	895,124	701,290

Tabela 35: Severidade estimada para o sexo: feminino, titularidade: titular, segmento:
3 para os dados de assistência odontológica.

Sexo: Feminino, Titularidade: Titular, Segmento 3									
Faixa etária	Região 1	Região 2	Região 3	Região 4	Região 5	Região 6	Região 7	Região 8	Região 9
0-18	390,995	386,335	355,677	412,863	568,315	396,946	306,443	569,063	445,836
19-23	590,449	583,412	537,115	623,472	858,223	599,435	462,766	859,354	673,266
24-28	622,316	614,899	566,104	657,122	904,542	631,787	487,742	905,734	709,603
29-33	617,788	610,425	561,985	652,340	897,960	627,190	484,193	899,144	704,439
34-38	536,010	529,622	487,594	565,989	779,096	544,168	420,100	780,123	611,191
39-43	561,208	554,519	510,516	592,595	815,721	569,749	439,848	816,796	639,923
44-48	682,335	674,203	620,702	720,498	991,781	692,720	534,782	993,088	778,040
49-53	539,347	532,919	490,629	569,512	783,946	547,556	422,715	784,979	614,996
54-58	589,225	582,202	536,002	622,180	856,444	598,193	461,807	857,573	671,870
59+	619,844	612,457	563,855	654,511	900,949	629,278	485,805	902,137	706,784

Tabela 36: Severidade estimada para o sexo: masculino, titularidade: titular, segmento:
3 para os dados de assistência odontológica.

Sexo: Masculino, Titularidade: Titular, Segmento 3									
Faixa etária	Região 1	Região 2	Região 3	Região 4	Região 5	Região 6	Região 7	Região 8	Região 9
0-18	403,278	398,472	366,851	425,833	586,168	409,416	316,070	586,941	459,842
19-23	608,998	601,740	553,989	643,059	885,184	618,267	477,304	886,351	694,417
24-28	641,866	634,216	583,888	677,765	932,959	651,635	503,065	934,188	731,895
29-33	637,196	629,601	579,640	672,834	926,170	646,894	499,404	927,391	726,569
34-38	552,849	546,260	502,912	583,769	803,571	561,263	433,297	804,630	630,392
39-43	578,838	571,939	526,554	611,212	841,347	587,648	453,666	842,456	660,027
44-48	703,771	695,383	640,202	743,132	1.022,938	714,482	551,583	1.024,286	802,482
49-53	556,291	549,661	506,043	587,404	808,574	564,757	435,995	809,639	634,316
54-58	607,736	600,492	552,841	641,726	883,350	616,985	476,315	884,514	692,977
59+	639,317	631,697	581,569	675,073	929,253	649,047	501,067	930,478	728,988

Tabela 37: Severidade estimada para o sexo: feminino, titularidade: dependente,
Segmento: 4 para os dados de assistência odontológica.

Sexo: Feminino, Titularidade: Dependente, Segmento 4									
Faixa etária	Região 1	Região 2	Região 3	Região 4	Região 5	Região 6	Região 7	Região 8	Região 9
0-18	521,742	515,524	474,615	550,922	758,357	529,683	408,917	759,356	594,922
19-23	787,893	778,502	716,725	831,959	1.145,210	799,884	617,514	1.146,719	898,403
24-28	830,416	820,519	755,407	876,861	1.207,018	843,055	650,841	1.208,609	946,891
29-33	824,374	814,549	749,911	870,480	1.198,235	836,920	646,106	1.199,814	940,001
34-38	715,250	706,725	650,644	755,253	1.039,623	726,136	560,579	1.040,993	815,571
39-43	748,873	739,948	681,230	790,757	1.088,495	760,271	586,932	1.089,929	853,911
44-48	910,506	899,654	828,262	961,429	1.323,429	924,363	713,612	1.325,173	1.038,214
49-53	719,703	711,125	654,694	759,955	1.046,095	730,656	564,069	1.047,473	820,649
54-58	786,260	776,889	715,239	830,234	1.142,836	798,226	616,234	1.144,342	896,541
59+	827,118	817,260	752,407	873,378	1.202,223	839,706	648,256	1.203,808	943,130

Tabela 38: Severidade estimada para o sexo: masculino, titularidade: dependente,
segmento: 4 para os dados de assistência odontológica.

Sexo: Masculino, Titularidade: Dependente, Segmento 4									
Faixa etária	Região 1	Região 2	Região 3	Região 4	Região 5	Região 6	Região 7	Região 8	Região 9
0-18	538,133	531,719	489,525	568,230	782,181	546,323	421,763	783,212	613,612
19-23	812,645	802,959	739,241	858,095	1.181,187	825,013	636,913	1.182,743	926,627
24-28	856,504	846,296	779,139	904,407	1.244,937	869,540	671,288	1.246,577	976,638
29-33	850,272	840,138	773,469	897,827	1.235,878	863,213	666,403	1.237,507	969,532
34-38	737,720	728,927	671,084	778,980	1.072,283	748,948	578,190	1.073,696	841,193
39-43	772,400	763,194	702,631	815,599	1.122,690	784,155	605,371	1.124,170	880,737
44-48	939,109	927,917	854,283	991,633	1.365,004	953,402	736,030	1.366,803	1.070,830
49-53	742,312	733,465	675,261	783,829	1.078,958	753,610	581,790	1.080,380	846,430
54-58	810,960	801,295	737,709	856,316	1.178,738	823,303	635,593	1.180,292	924,706
59+	853,102	842,934	776,044	900,815	1.239,992	866,086	668,621	1.241,626	972,759

Tabela 39: Severidade estimada para o sexo: feminino, titularidade: titular, segmento:
4 para os dados de assistência odontológica.

Sexo: Feminino, Titularidade: Titular, Segmento 4

Faixa etária	Região 1	Região 2	Região 3	Região 4	Região 5	Região 6	Região 7	Região 8	Região 9
0-18	542,349	535,885	493,360	572,682	788,309	550,603	425,068	789,348	618,419
19-23	819,011	809,250	745,033	864,818	1.190,441	831,476	641,903	1.192,010	933,887
24-28	863,214	852,926	785,243	911,493	1.254,690	876,352	676,547	1.256,344	984,289
29-33	856,933	846,720	779,529	904,861	1.245,561	869,975	671,624	1.247,202	977,127
34-38	743,499	734,638	676,341	785,083	1.080,684	754,815	582,720	1.082,108	847,783
39-43	778,451	769,173	708,136	821,989	1.131,486	790,299	610,113	1.132,977	887,637
44-48	946,467	935,187	860,975	999,402	1.375,699	960,872	741,797	1.377,512	1.079,219
49-53	748,128	739,211	680,552	789,970	1.087,411	759,514	586,348	1.088,844	853,061
54-58	817,314	807,573	743,488	863,025	1.187,973	829,753	640,572	1.189,539	931,951
59+	859,786	849,538	782,124	907,873	1.249,706	872,871	673,860	1.251,353	980,380

Tabela 40: Severidade estimada para o sexo: masculino, titularidade: titular, segmento:
4 para os dados de assistência odontológica.

Sexo: Masculino, Titularidade: Titular, Segmento 4

Faixa etária	Região 1	Região 2	Região 3	Região 4	Região 5	Região 6	Região 7	Região 8	Região 9
0-18	559,387	552,720	508,859	590,673	813,074	567,900	438,421	814,145	637,847
19-23	844,741	834,673	768,438	891,987	1.227,839	857,598	662,068	1.229,457	963,225
24-28	890,333	879,721	809,912	940,128	1.294,107	903,883	697,801	1.295,812	1.015,211
29-33	883,854	873,320	804,018	933,287	1.284,690	897,306	692,724	1.286,383	1.007,824
34-38	766,857	757,717	697,589	809,746	1.114,634	778,528	601,026	1.116,103	874,417
39-43	802,906	793,337	730,382	847,812	1.167,032	815,126	629,280	1.168,570	915,523
44-48	976,201	964,566	888,023	1.030,798	1.418,917	991,058	765,100	1.420,787	1.113,123
49-53	771,631	762,434	701,932	814,787	1.121,573	783,375	604,768	1.123,051	879,860
54-58	842,990	832,943	766,845	890,138	1.225,294	855,820	660,696	1.226,909	961,228
59+	886,796	876,227	806,694	936,394	1.288,966	900,293	695,029	1.290,665	1.011,179

Tabela 41: Severidade estimada para o sexo: feminino, titularidade: dependente,
Segmento: 5 para os dados de assistência odontológica.

Sexo: Feminino, Titularidade: Dependente, Segmento 5									
Faixa etária	Região 1	Região 2	Região 3	Região 4	Região 5	Região 6	Região 7	Região 8	Região 9
0-18	544,295	537,808	495,131	574,737	791,138	552,579	426,593	792,181	620,639
19-23	821,951	812,155	747,707	867,922	1.194,714	834,461	644,207	1.196,288	937,239
24-28	866,313	855,988	788,061	914,765	1.259,194	879,498	678,975	1.260,853	987,822
29-33	860,009	849,759	782,327	908,109	1.250,031	873,098	674,035	1.251,679	980,635
34-38	746,168	737,275	678,769	787,901	1.084,563	757,525	584,812	1.085,992	850,826
39-43	781,245	771,934	710,678	824,939	1.135,547	793,135	612,303	1.137,044	890,823
44-48	949,864	938,543	864,066	1.002,989	1.380,637	964,321	744,459	1.382,456	1.083,093
49-53	750,813	741,865	682,995	792,806	1.091,314	762,240	588,452	1.092,752	856,123
54-58	820,247	810,471	746,157	866,123	1.192,237	832,731	642,872	1.193,809	935,296
59+	862,872	852,588	784,931	911,131	1.254,192	876,004	676,279	1.255,845	983,899

Tabela 42: Severidade estimada para o sexo: masculino, titularidade: dependente,
segmento: 5 para os dados de assistência odontológica.

Sexo: Masculino, Titularidade: Dependente, Segmento 5									
Faixa etária	Região 1	Região 2	Região 3	Região 4	Região 5	Região 6	Região 7	Região 8	Região 9
0-18	561,395	554,704	510,686	592,793	815,992	569,939	439,995	817,068	640,136
19-23	847,773	837,669	771,196	895,188	1.232,246	860,676	664,445	1.233,870	966,682
24-28	893,528	882,879	812,819	943,502	1.298,752	907,127	700,306	1.300,463	1.018,855
29-33	887,027	876,455	806,904	936,637	1.289,302	900,527	695,210	1.291,001	1.011,442
34-38	769,609	760,437	700,093	812,653	1.118,634	781,323	603,184	1.120,109	877,555
39-43	805,788	796,185	733,004	850,855	1.171,221	818,052	631,539	1.172,764	918,809
44-48	979,705	968,028	891,211	1.034,498	1.424,010	994,615	767,847	1.425,886	1.117,119
49-53	774,400	765,171	704,451	817,712	1.125,598	786,186	606,939	1.127,082	883,018
54-58	846,016	835,933	769,598	893,333	1.229,692	858,892	663,068	1.231,313	964,679
59+	889,979	879,372	809,590	939,755	1.293,593	903,524	697,524	1.295,298	1.014,808

Tabela 43: Severidade estimada para o sexo: feminino, titularidade: titular, segmento:
5 para os dados de assistência odontológica.

Sexo: Feminino, Titularidade: Titular, Segmento 5									
Faixa etária	Região 1	Região 2	Região 3	Região 4	Região 5	Região 6	Região 7	Região 8	Região 9
0-18	565,793	559,049	514,687	597,437	822,385	574,404	443,442	823,469	645,151
19-23	854,415	844,232	777,238	902,202	1.241,900	867,419	669,651	1.243,537	974,256
24-28	900,529	889,796	819,187	950,894	1.308,927	914,234	705,792	1.310,652	1.026,838
29-33	893,976	883,321	813,226	943,975	1.299,403	907,582	700,657	1.301,115	1.019,366
34-38	775,639	766,394	705,578	819,020	1.127,398	787,444	607,909	1.128,884	884,431
39-43	812,101	802,422	738,747	857,521	1.180,397	824,461	636,487	1.181,952	926,007
44-48	987,380	975,612	898,193	1.042,603	1.435,166	1.002,408	773,862	1.437,058	1.125,871
49-53	780,467	771,165	709,970	824,118	1.134,417	792,346	611,694	1.135,912	889,936
54-58	852,644	842,482	775,627	900,331	1.239,326	865,621	668,262	1.240,959	972,236
59+	896,952	886,261	815,933	947,117	1.303,728	910,603	702,989	1.305,446	1.022,759

Tabela 44: Severidade estimada para o sexo: masculino, titularidade: titular, segmento:
5 para os dados de assistência odontológica.

Sexo: Masculino, Titularidade: Titular, Segmento 5									
Faixa etária	Região 1	Região 2	Região 3	Região 4	Região 5	Região 6	Região 7	Região 8	Região 9
0-18	583,567	576,612	530,856	616,206	848,221	592,449	457,373	849,339	665,419
19-23	881,257	870,754	801,656	930,545	1.280,915	894,669	690,688	1.282,603	1.004,863
24-28	928,819	917,749	844,922	980,767	1.350,047	942,955	727,965	1.351,827	1.059,096
29-33	922,061	911,071	838,774	973,631	1.340,224	936,094	722,668	1.341,990	1.051,390
34-38	800,006	790,471	727,744	844,749	1.162,816	812,182	627,007	1.164,349	912,215
39-43	837,614	827,631	761,955	884,461	1.217,479	850,362	656,482	1.219,084	955,098
44-48	1.018,399	1.006,261	926,410	1.075,357	1.480,253	1.033,899	798,174	1.482,203	1.161,240
49-53	804,986	795,392	732,274	850,008	1.170,055	817,238	630,910	1.171,597	917,894
54-58	879,430	868,949	799,994	928,616	1.278,260	892,815	689,256	1.279,945	1.002,780
59+	925,130	914,104	841,566	976,871	1.344,685	939,210	725,073	1.346,457	1.054,889

Foi possível observar, no caso dos dados de assistência médico-hospitalar, que o custo da severidade é diretamente impactado pela faixa etária dos beneficiários. Assim, podemos afirmar que as faixas mais jovens apresentam custos menores dos que as faixas maiores, motivando as diferenças nos preços dos planos de cada faixa etária.

Observamos, também, uma variação entre os sexos, pois o sexo feminino apresenta um custo superior ao sexo masculino. Esse aumento de custo se dá,

conforme Zucchi et al (2000), em função dos procedimentos obstétricos e pelo cuidado maior que o sexo feminino tem com a saúde, observado, por exemplo, pela maior frequência com a qual as mulheres realizam os exames preventivos.

As regiões também apresentaram variações consideráveis nos custos, tornando imprescindível que consideremos esta variável na precificação de um plano, pois cada região tem características distintas que determinam essa variação tais como a rede prestadora de serviço, tipos de patologias clínicas comuns em cada região e a questão socioeconômica. Porém, não foi objeto deste estudo outras variáveis que influenciam as covariáveis analisadas.

A análise da severidade ajustada nos modelos apresentados leva ao gestor de uma operadora uma ferramenta importante nas decisões estratégicas, permitindo o mesmo atuar nos custos assistenciais não só de caráter financeiro, mas também com programa de promoção e prevenção à saúde e, assim, reduzindo os custos e mantendo a qualidade de vida dos seus beneficiários que é o princípio de toda operadora de assistência à saúde.

Para os dados de assistência odontológica, diferentemente do cenário médico-hospitalar, a severidade não aumenta com a idade. Os menores custos são referentes à primeira faixa etária. Na sequência, as faixas etárias de 19-23, 24-28 e 29-33 têm custos similares. As faixas etárias de 34-38 e 39-43 apresentam moderada redução em relação às anteriores, seguidas de um brusco aumento na faixa de 44-48, sendo a de maior custo, e posterior redução na faixa de 54-58. A última faixa etária, ou 59+, tem severidade similar às das faixas intermediárias (19-23, 24-28 e 29-33), ratificando a crença de que a idade não tem forte influência na severidade quando tratamos de planos odontológicos.

Sobre a covariável titularidade que segrega os beneficiários em titulares e dependentes, os valores estimados não mostraram significativa diferença entre titulares e dependentes.

No caso da região, os menores custos foram observados na região 7 (estado de São Paulo) e os maiores na região 8 (estados de Minas Gerais e Espírito Santo). O estado de São Paulo tem custos mais baratos basicamente pela alta oferta de profissionais da área odontológica, barateando os custos da rede credenciada nessa região. Nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, a operadora em questão fez uma fusão com outra operadora da região e para manter a mesma rede credenciada foi preciso bancar a remuneração dos profissionais da região que à época da fusão eram superiores à média praticada.

Em relação ao sexo, não foram observadas diferenças significativas entre feminino e masculino. Sendo a severidade do sexo masculino, ligeiramente maior.

No que diz respeito ao segmento, o segmento 3 que abarca as empresas de atividades financeiras como bancos foi o que se destacou pelo menor custo esperado. Há uma crença de que este segmento possui pessoas com mais acesso à saúde bucal e, por isso, a severidade tende a ser mais branda em relação aos outros segmentos. Em contrapartida, o segmento 5 identificado como “Outras atividades” foi que apresentou maior severidade, seguido pelo segmento 4 que se refere às empresas de construção e alimentação. De fato, devido à alta rotatividade destes segmentos a curva de sinistro tende-se a manter sempre elevada por sempre existir pessoas com necessidade de tratamento dentário. Além disso, as pessoas que trabalham em construções civis geralmente têm menos acesso à tratamentos odontológicos ao longo da vida.

Outro ponto a ser ressaltado é a diferença entre a severidade esperada no cenário de assistência médico-hospitalar em comparação ao cenário de assistência odontológica. Os custos de assistência médico-hospitalar são demasiadamente superiores aos de assistência odontológica mesmo sendo condicionada à ocorrência de sinistro, pois o primeiro possui procedimentos mais complexos. Por exemplo, no perfil abaixo, a variação entre os valores da tabela 45 e 46 é de 1.045%.

Tabela 45: Severidade esperada em assistência médico-hospitalar para o plano de assistência básica, sexo: feminino, região: Centro-Oeste, faixa etária: 59+.

Cenário: Médico-Hospitalar	Severidade esperada
Plano: Básico, Sexo: Feminino, Região: Centro-Oeste, Faixa Etária: 59+	R\$ 14.311,52

Tabela 46: Severidade esperada dado que houve sinistro em assistência odontológica para titular, sexo: feminino, região 5: Centro-Oeste e faixa etária: 59+.

Cenário: Odontológico	Severidade esperada dado que houve sinistro
Titularidade: Titular, Sexo: Feminino, Região 5: Centro-Oeste, Faixa Etária: 59+	R\$ 1.249,71

Diante dos resultados observados, foi possível identificar e medir os fatores que influenciam a severidade no contexto da assistência médico-hospitalar e da assistência odontológica. Esta análise é fundamental para a precificação atuarial, pois desta forma é possível identificar os perfis de riscos dos beneficiários e permitir que as operadoras identifiquem onde podem ser mais competitivas. Além disso, uma análise adequada da severidade é essencial para que a receita da operadora seja

maior do que o seu custo futuro. Isso mantém a saúde financeira do mercado de saúde suplementar, contribuindo para a economia do país.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF:Senado Federal:** Centro Gráfico, 1988. 292 p.

BRASIL, Agência Nacional de Saúde Suplementar. Resolução ANS nº 63 de 22 de dezembro de 2003. Disponível em: <<http://www.ans.gov.br>> Acesso em: 15/06/2018.

ALVES, Sando Leal. **Fundamentos, regulação e desafios da saúde suplementar no Brasil.** Rio de Janeiro: Funenseg, 2015.

ANS. **Sistema Tabnet.** Disponível em: <http://www.ans.gov.br/anstabnet/cgi-bin/tabnet?dados/tabnet_tx.def> Acesso em 15/07/2018.

BARRETO, Alexandre Serra. **Modelos de Regressão: Teoria e Aplicações com o Programa Estatístico R.** Brasília: Edição do Autor, 2011.

ZUCCHI, Paola; NERO, Carlos Del; MALIK, Ana Maria (2000). **Gastos em saúde: os fatores que agem na demanda e na oferta dos serviços de saúde.** Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sausoc/v9n1-2/10.pdf>> Acesso em 17/07/2018.

TURKMAN, M. Antónia Amaral; SILVA, Giovani Loiola. **Modelos Lineares Generalizados: da teoria à prática.** Lisboa, 2000.

JONG, Piet; HELLER, Gillian Z. **Generalized Linear Models of Insurance Data.** New York: Cambridge University Press, 2008.