

Thaynara Alexandra Seminatti

Abordagens de Modelos Estatísticos na Avaliação de Novos Beneficiários e Benefícios no Regime Geral de Previdência Social

Monografia apresentada ao Curso de Graduação de Ciências Atuariais da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção de título de Bacharel em Ciências Atuariais.

Orientadora: Profa. Dra. Jussiane Nader Gonçalves

Coorientadora: Profa. Dra. Gabriela Oliveira

AGRADECIMENTOS

As Dras. Jussiane Gonçalves e Gabriela Oliveira agradeço a orientação e por todos os ensinamentos que contribuíram para meu crescimento acadêmico. Agradeço também aos professores que compuseram a banca pelo olhar criterioso sobre o trabalho e ao suporte da FAPEMIG, uma vez que esta monografia faz parte do projeto FAPEMIG APQ-02130-23.

Agradeço a todos os professores que fizeram parte do curso de graduação de Ciências Atuariais na UFMG entre os anos de 2020 a 2024.

Agradeço especialmente aos meus pais pelo apoio incondicional.

RESUMO

Este trabalho aborda a projeção de beneficiários e benefícios no Regime Geral de Previdência Social (RGPS) utilizando modelos estatísticos. Para este estudo, a avaliação dos modelos, tanto do número de beneficiários quanto do valor per capita do benefício, levou em consideração a estratificação dos aposentados em dois grupos: aposentados por tempo de contribuição e aposentados por idade. Para essa análise, as variáveis foram ajustadas por meio de modelos de regressão, permitindo a inclusão de variáveis explicativas, como o sexo dos beneficiários (feminino ou masculino) e a clientela (urbana ou rural). Isso proporcionou uma melhor compreensão das variáveis quando segregadas nessas categorias. Os dados abrangem o período de 2012 a 2021, sendo que o modelo binomial negativo foi o que apresentou o melhor desempenho para a previsão da quantidade de beneficiários (aposentados por tempo de contribuição e por idade). Para o valor médio do benefício, os modelos que apresentaram o melhor ajuste foram: o modelo de regressão normal, para as aposentadorias por tempo de contribuição, e o modelo de regressão gama, para as aposentadorias por idade.

A análise das receitas e despesas projetadas revelou que as arrecadações atuais não são suficientes para garantir a sustentabilidade do RGPS. Esse cenário sugere a necessidade de uma avaliação atuarial para assegurar a solvência do sistema previdenciário a médio e longo prazo.

A aplicação de modelos estatísticos é fundamental para antecipar cenários futuros e garantir a sustentabilidade do sistema previdenciário brasileiro, pois esses métodos permitem quantificar a incerteza das projeções. Assim, os resultados deste estudo oferecem uma base sólida para a formulação de políticas previdenciárias mais eficazes e destacam a importância de revisões periódicas dos modelos para assegurar a precisão das projeções.

Palavras-chave: RGPS, Aposentadoria, Beneficiários, Benefícios, Modelos de Regressão, Previsão.

Abstract

This paper addresses the projection of beneficiaries and benefits in the General Social Security Regime (RGPS) using statistical models. For this study, the evaluation of the models, both for the number of beneficiaries and the per capita value of the benefit, took into account the stratification of retirees into two groups: retirees by contribution time and retirees by age. For this analysis, the variables were adjusted through regression models, allowing the inclusion of explanatory variables, such as the sex of the beneficiaries (female or male) and the clientele (urban or rural). This provided a better understanding of the variables when segregated into these categories. The data cover the period from 2012 to 2021, and the negative binomial model was the one that presented the best performance for predicting the number of beneficiaries (retirees by contribution time and by age). For the average value of the benefit, the models that presented the best adjustment were: the normal regression model, for retirements by contribution time, and the gamma regression model, for retirements by age. The analysis of projected revenues and expenses revealed that current revenues are not sufficient to ensure the sustainability of the RGPS. This scenario suggests the need for an actuarial assessment to ensure the solvency of the social security system in the medium and long term.

The application of statistical models is essential to anticipate future scenarios and ensure the sustainability of the Brazilian social security system, as these methods allow the quantification of the uncertainty of projections, unlike the deterministic methods generally found in the literature. Thus, the results of this study provide a solid basis for the formulation of more effective social security policies and highlight the importance of periodic reviews of the models to ensure the accuracy of the projections.

Keywords: RGPS, Retirement, Beneficiaries, Benefits, Regression Models, Forecasting.

Sumário

1. Introdução.....	1
2. Evolução E Funcionamento Do Sistema Previdenciário No Brasil	2
3. Dados	4
4. Metodologia.....	7
5. Resultados	9
5.1. Modelagem Para Beneficiários	9
5.2. Modelagem Para Valor Per Capita.....	12
6. Projeções	15
6.1. Projeção De Beneficiários	15
6.2. Projeção Do Valor Per Capita Dos Benefícios.	18
6.3. Análise Das Receitas E Despesas.....	20
7. Conclusões.....	22
8. Referências.....	24

1. Introdução

Os planos de previdência são de suma importância social para garantir o bem-estar econômico e qualidade de vida de pessoas que não podem mais trabalhar, seja por motivos etários, saúde ou para aqueles em que a idade ativa de trabalho já se encerrou. No Brasil, em 1988 foi introduzido o conceito de Seguridade Social para denominação da Previdência Social, e em 1990 foi instruído o Instituto Nacional do Seguro Social (INSS) (Pierdoná, et al 2023), que tem como objetivo a organização do Regime Geral de Previdência Social ou RGPS, com caráter contributivo obrigatório.

Atualmente o RGPS é um seguro social que funciona pelo método de repartição simples, onde há uma transferência obrigatória de renda advinda da força de trabalho ativa para a inativa (de acordo com alguns critérios da população). No plano de previdência brasileiro de repartição simples, benefícios estão diretamente vinculados às contribuições ou impostos pagos pelos participantes individuais (Pierdoná, et e al 2023). O direito de receber uma pensão é essencialmente um direito constitucional, cujos termos são garantidos pelo governo, embora o governo possa posteriormente alterar os termos em que as pensões são concedidas.

O modelo descrito acima, que essencialmente busca redistribuir uma parcela do valor do trabalho da população ativa para a população inativa, levanta questões significativas sobre a solidez e adequação econômica do sistema. Estudos demográficos em escala global têm demonstrado uma tendência preocupante: uma diminuição substancial na proporção da população ativa ao longo dos anos. Isso está diretamente ligado à queda das taxas de natalidade. Em contrapartida, a expectativa de vida da população continua a aumentar (Hage, et al 2003).

Essa dinâmica demográfica representa um desafio significativo para a sustentabilidade financeira dos sistemas de previdência e seguridade social. À medida que a proporção de trabalhadores em relação aos aposentados diminui, o fardo sobre os recursos disponíveis para sustentar a população inativa aumenta consideravelmente. Essa mudança demográfica levanta questões sobre a capacidade do sistema de previdência em garantir benefícios adequados e sustentáveis para os aposentados no longo prazo. Portanto, torna-se crucial explorar estratégias alternativas para garantir a solvência e a suficiência econômica dos sistemas de previdência e seguridade social diante dessas mudanças demográficas.

Neste trabalho, aplicamos modelos estatísticos para estimar o número de beneficiários e o valor per capita dos benefícios em períodos futuros. Os resultados foram então comparados com

as receitas projetadas pela Secretaria de Previdência, com o objetivo de identificar possíveis necessidades de reavaliação atuarial do RGPS a longo prazo.

2. Evolução e funcionamento do Sistema Previdenciário no Brasil

A evolução histórica da previdência social no Brasil é marcada por várias etapas importantes que moldaram o sistema previdenciário ao longo do tempo. Iniciando-se com a Lei Eloy Chaves, promulgada em 1923, que estabeleceu as Caixas de Aposentadorias e Pensões (CAPs) para os trabalhadores das empresas ferroviárias, oferecendo benefícios como assistência médica e cobertura para invalidez, velhice e morte (Pierdoná, et al 2023).

Já na década de 1930, o sistema foi expandido para incluir novas categorias profissionais por meio dos Institutos de Aposentadorias e Pensões (IAPs), ampliando assim o alcance da previdência social. Inicialmente, o sistema operava sob regimes capitalizados, onde as contribuições dos trabalhadores eram investidas em diversos setores da economia (Pierdoná, et al 2023).

Em 1960, a Lei Orgânica da Previdência Social (LOPS) foi promulgada, institucionalizando a previdência social no Brasil. A LOPS normalizou o sistema assistencial e unificou as normas referentes aos IAPs, proporcionando maior organização e regulamentação ao sistema previdenciário (Pierdoná, et al 2023).

A Constituição Federal de 1988 marcou um ponto crucial na história da previdência social brasileira. Este documento introduziu o conceito de cobertura previdenciária universal, ampliando significativamente o escopo da Seguridade Social, que abarca não apenas a previdência, mas também a assistência social e a saúde. Essa constituição reforçou o compromisso do Estado brasileiro com a proteção social e o bem-estar dos cidadãos, garantindo direitos previdenciários a todos os trabalhadores, independentemente de sua categoria profissional (Pierdoná, et al 2023).

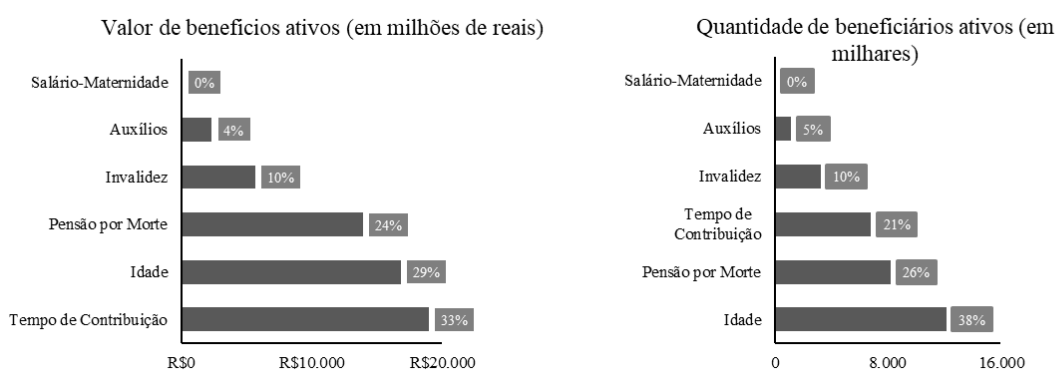
Outro marco importante na legislação previdenciária brasileira foi a Lei nº 8.212, de 24 de julho de 1991. Esta lei, conhecida como "Lei de Custeio da Seguridade Social", estabeleceu as normas gerais sobre o custeio da seguridade social, incluindo a previdência, a saúde e a assistência social. Através dessa legislação, foram definidas as fontes de financiamento da previdência social, como as contribuições dos trabalhadores, dos empregadores e do governo, bem como outras fontes de recursos. A Lei nº 8.212/91 desempenhou um papel fundamental na organização e na sustentabilidade financeira do sistema previdenciário brasileiro, contribuindo

para a efetivação dos direitos previdenciários garantidos pela Constituição de 1988 (Pierdoná, et al 2023).

Uma mudança significativa na previdência social brasileira ocorreu com a promulgação da Emenda Constitucional nº 103, de 12 de novembro de 2019, conhecida como Reforma da Previdência. Esta emenda introduziu uma série de alterações nas regras de aposentadoria e pensão, visando principalmente garantir a sustentabilidade financeira do sistema previdenciário diante do envelhecimento populacional e do déficit previdenciário crescente. Entre as principais mudanças, destacam-se a instituição de uma idade mínima de aposentadoria, o aumento do tempo de contribuição e a implementação de regras de transição para quem já estava próximo da aposentadoria (Pierdoná, et al 2023).

Segundo o Anuário Estatístico de Previdência Social (AEPS) em 2022, o número de beneficiários ativos totalizou 29 milhões, representando uma despesa de R\$ 50.696 milhões, em benefícios pagos. Em contrapartida, a receita arrecadada advinda de empresas e contribuições individuais foi de R\$ 69 milhões. Esses números revelam uma disparidade preocupante entre a quantidade de beneficiários e a receita gerada levando em consideração as taxas de natalidade decrescentes e as populações em idade ativa diminuindo cada vez mais (Alvez, et al. 2008). A análise detalhada desses dados revela o seguinte panorama:

Figura 1 - Valor de benefício e Quantidade de beneficiários por grupo espécie em 2021.



Elaboração própria com os dados do AEPS em 2021.

Em termos gerais, as despesas previdenciárias estão majoritariamente associadas aos beneficiários aposentados por tempo de contribuição, cujos benefícios consomem 33% dessas despesas, embora representem 21% do total de beneficiários. O valor per capita deste grupo é de R\$ 2.784,90. Outro grupo com significativo impacto nas despesas previdenciárias são os beneficiários de aposentadorias por idade, que representam 29% do total de despesas e

correspondem a 38% da população de beneficiários, com um valor per capita de R\$ 1.387,20. Considerando todos os grupos, o valor per capita médio dos benefícios é de R\$ 1.800,82.

Estudos envolvendo a previsão de beneficiários e benefícios já foram realizados anteriormente, como é o caso de Silva (2017) onde foi utilizado modelos determinísticos para estimar o valor das despesas e o valor das receitas. Contudo, a base matemática envolvida era voltada para modelos determinísticos. Neste trabalho utilizamos modelos estatísticos para ter mais embasamento para quantificar as incertezas e avaliar os erros. Como desejamos compreender a relação das variáveis de interesse (benefícios e beneficiários) com potenciais variáveis explicativas, como sexo, grupo espécie e clientela, utilizaremos modelos de regressão para esse fim. Embora não saibamos de exemplos da utilização dessa técnica no contexto previdenciário, podemos citar o trabalho de Silva e Gonçalves (2022) como uma aplicação semelhante, onde os autores utilizam Modelos Lineares Generalizados para prever o número de feridos e acidentes de trânsito.

Nosso estudo será focado nos benefícios de aposentadoria por tempo de contribuição e por idade, também chamadas de aposentadorias programadas, considerando que os demais tipos de benefícios, como pensão por morte, invalidez e salário-maternidade, são eventos aleatórios e complexos, não sendo o alvo deste estudo.

Em geral, o valor total modelado será de R\$ 35,7 bilhões, abrangendo uma quantidade total de 38 milhões de beneficiários, o que representa 61% da população total de beneficiário no Brasil em 2022.

3. Dados do Anuário Estatístico de Previdência Social

Para a construção do modelo sobre a quantidade de beneficiários futuros bem com o valor per capita deles, utilizamos informações desde 2012 até 2021, segregando os valores em Grupo Espécie, Sexo e Clientela retiradas do AEPS.

A modelagem foi feita separadamente entre quantidade de beneficiários e valor per capita destes benefícios, foram realizadas algumas transformações para a modelagem, incluindo a divisão dos valores dos benefícios por mil e a subtração de 2012 da variável 'ano', de forma que o ano zero corresponde a 2012. A Tabela 1 dada a seguir descreve o comportamento da quantidade de beneficiários de forma geral.

Tabela 1 - Quantidade total e proporção de beneficiários por grupo espécie, clientela e sexo de 2021(em milhares).

Grupo Espécie	Clientela	Sexo	Total	Proporção
Idade	Urbana	Feminino	3.281	28,09%
		Masculino	1.763	15,09%
	Rural	Feminino	4.060	34,76%
		Masculino	2.576	22,06%
Tempo de Contribuição	Urbana	Feminino	2.288	34,28%
		Masculino	4.362	65,36%
	Rural	Feminino	2	0,03%
		Masculino	23	0,34%

Elaboração própria com os dados do AEPS em 2021.

A análise detalhada dos dados revela que a variabilidade dentro das categorias é alta. Na aposentadoria por idade, as mulheres tanto na área urbana quanto rural têm uma quantidade maior de beneficiários comparados aos homens. Já nas aposentadorias por tempo de contribuição, os homens urbanos têm uma quantidade maior de beneficiários do que as mulheres urbanas. No grupo clientela rural das aposentadorias por tempo de contribuição, os números são bem pequenos e indicam uma baixa representação desses beneficiários.

A análise do valor per capita dos benefícios no ano de 2021 também foi apresentada por meio da Tabela 2:

Tabela 2 - Benefício per capita por grupo espécie, clientela e sexo de 2021.

Grupo Espécie	Clientela	Sexo	Total
Idade	Urbana	Feminino	R\$ 1.367
		Masculino	R\$ 1.622
	Rural	Feminino	R\$ 1.100
		Masculino	R\$ 1.106
Tempo de Contribuição	Urbana	Feminino	R\$ 2.181
		Masculino	R\$ 2.723
	Rural	Feminino	R\$ 1.243
		Masculino	R\$ 1.395

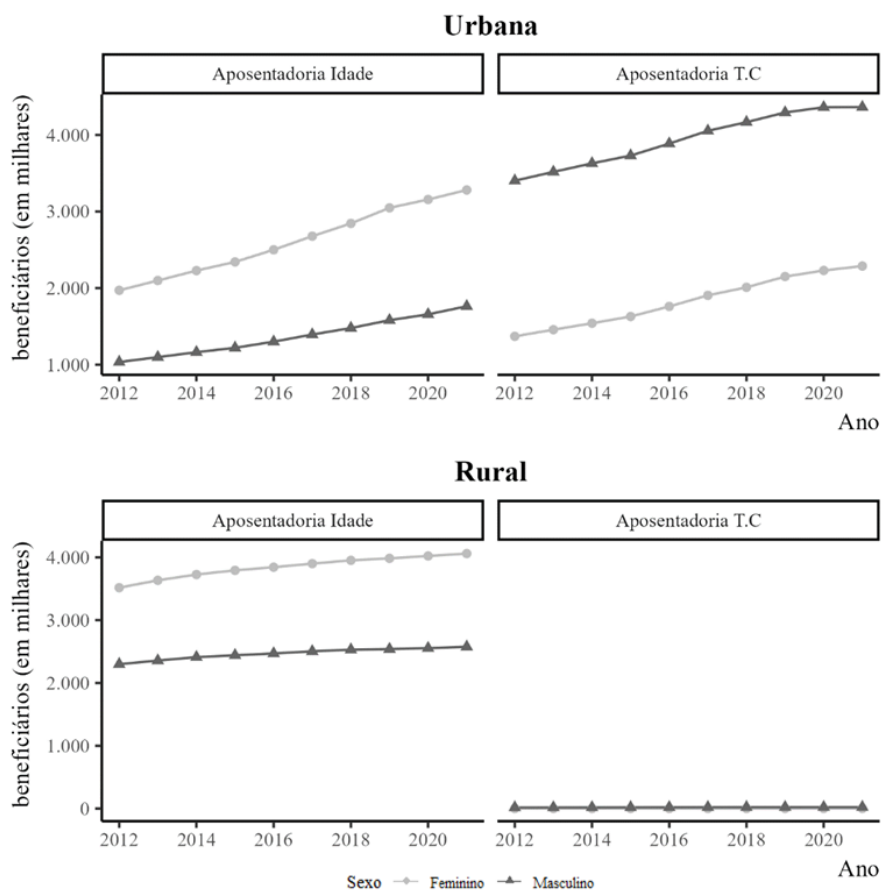
Elaboração Própria com os dados do AEPS em 2021.

O valor per capita é a razão entre a soma de todos os benefícios pagos a ativos em 2021 e a quantidade total de beneficiários nesse ano, segregada por grupo de espécie, clientela e sexo. Os resultados indicam um salário médio baixo para aposentados por idade em comparação aos aposentados por tempo de contribuição. Além disso, observa-se um menor salário entre as diferentes clientelas e sexos, com os maiores salários prevalecendo entre os habitantes de zonas urbanas e do sexo masculino.

É importante notar que, embora 2021 tenha registrado uma quantidade maior de mulheres contribuintes, o salário médio desse grupo é significativamente menor.

Para analisar o comportamento dos dados ao longo do tempo, o gráfico apresentado na Figura 2 apresenta a quantidade de beneficiários ao longo do tempo por clientela, grupo espécie e sexo (Tempo de Contribuição e Idade) e sexo.

Figura 2 - Quantidade de beneficiários por clientela, grupo espécie e ano.



Fonte: Elaboração Própria com os dados do AEPS em 2021.

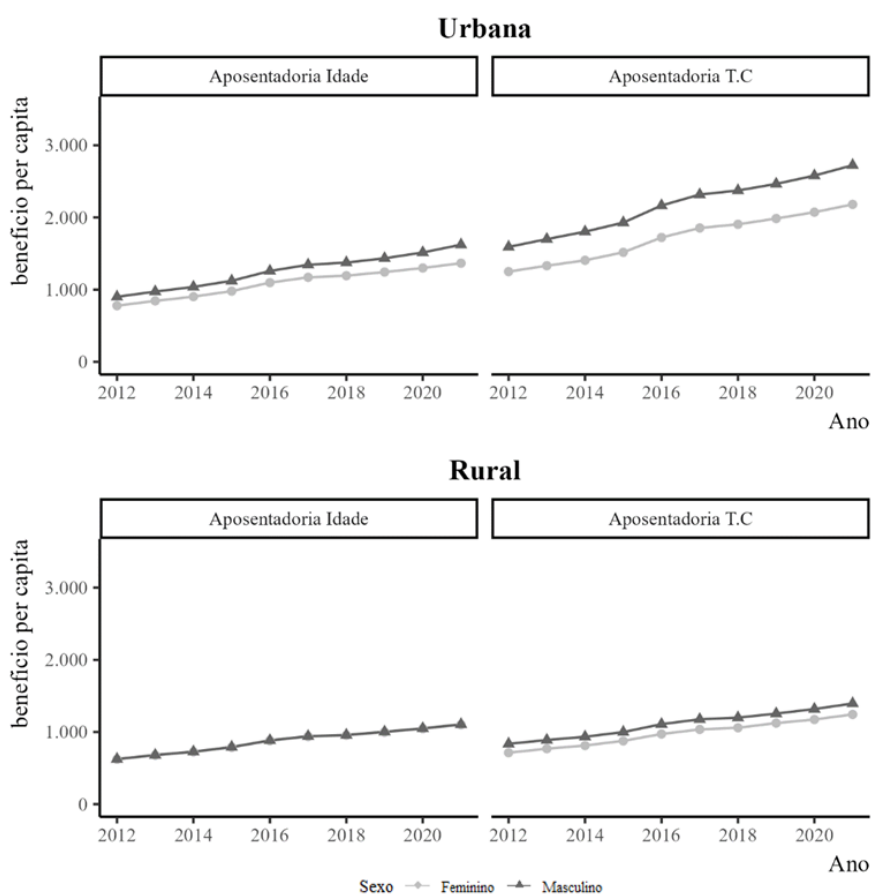
Analisando a quantidade ao longo do tempo, observamos o crescimento discreto. Esta variação tem um impacto significativo no desenvolvimento dos modelos, uma vez que existem evidências de que não se deve aplicar o mesmo modelo para os grupos de idade e aposentadoria por tempo de contribuição.

Outra constatação para a análise do modelo revelou uma tendência crescente no número de beneficiários. Entre os aposentados por tempo de contribuição nota-se que, a parcela rural é insignificante. Portanto, essa categoria não será considerada no modelo de Tempo de Contribuição.

A análise conjunta dos totais e seus desvios distintos entre os grupos de espécie, leva à conclusão de que é necessário desenvolver modelos separados para os grupos estudados de aposentadoria por Tempo de Contribuição e Idade. Além disso, não será considerado a variável Clientela no modelo para aposentadorias por Tempo de Contribuição.

Para modelar o valor per capita, observamos uma tendência de crescimento no valor dos benefícios ao longo dos anos. Constatamos a necessidade de realizar a modelagem separadamente para aposentadorias por Tempo de Contribuição e por Idade, com a inclusão das variáveis de Clientela e Sexo em ambos os modelos conforme Figura 3.

Figura 3 - Valor per capita por clientela, grupo espécie e ano.



Elaboração própria com os dados do AEPS em 2021.

4. Metodologia

Para atingir os objetivos deste trabalho, foram utilizados Modelos Lineares Generalizados (MLG), que correspondem a uma classe de modelos de regressão úteis para estimar uma variável de interesse em função de um conjunto de variáveis explicativas. Segundo Cordeiro e Demérito (2010), os MLG possuem três componentes principais:

1. **Componentes aleatórios:** representa a variável aleatória Y de interesse, assumindo que ela possui distribuição pertencente à família exponencial.
2. **Componente sistemático:** representa a combinação linear das variáveis explicativas e os respectivos parâmetros a serem estimados, também conhecido como preditor linear. Dessa forma, se o modelo é composto por k variáveis explicativas, o preditor linear assume a forma: $\eta_k = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k$.
3. **Função de ligação:** estabelece a relação funcional entre o valor esperado da variável de interesse, $E(Y) = \mu$, e o preditor linear, por meio de uma função $g(\cdot)$ monótona e diferenciável, de modo que $g(\mu) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k$.

As funções de ligação correspondentes às distribuições testadas neste trabalho são expressas na Tabela 3.

Tabela 3 - Funções de ligação dos modelos testados.

Estimar número de beneficiários		Estimar valor per capita benefícios	
Gaussiano	$\eta_i = \mu_i$	Poisson	$\eta_i = \log(\mu_i)$
Gama	$\eta_i = \frac{1}{\mu_i}$	Binomial Negativo	$\eta_i = \log(\mu_i)$

Elaboração própria.

Para quantificar a incerteza associada aos coeficientes do modelo, foram definidos intervalos de confiança (IC), que oferecem uma estimativa do intervalo dentro do qual os coeficientes verdadeiros do modelo têm probabilidade de se situar, considerando uma certa margem de erro. O nível de confiança utilizado para definir os intervalos foi de 97.5%, com a interpretação de que há 97.5% de probabilidade de que o intervalo calculado contenha o verdadeiro valor do coeficiente.

A fórmula adotada segundo Casella (2002, p. 589), é denotada como: $IC = \hat{\beta}_i \pm t_{n-p; \frac{\alpha}{2}} \cdot \frac{SE(\hat{\beta}_i)}{\sqrt{n-p}}$. Onde $\hat{\beta}_i$ é o estimador do coeficiente do modelo, $t_{n-p; \frac{\alpha}{2}}$ é o valor crítico da distribuição t de Student correspondente ao nível de confiança selecionado, assumindo que n é suficientemente grande e converge para uma distribuição T-Student, $SE(\hat{\beta}_i)$ é o erro padrão do coeficiente ou o estimador do desvio padrão associado ao $SE(\hat{\beta}_i)$ com p o número de $\hat{\beta}_i$ do modelo.

5. Resultados

Neste capítulo, apresentamos os resultados obtidos a partir da análise dos dados relacionados à projeção de beneficiários e benefícios per capita no sistema de aposentadoria. Foram desenvolvidos quatro modelos, divididos em quantidade de beneficiários e valor per capita dos benefícios. As variáveis analisadas incluíram sexo (feminino e masculino), clientela (urbana ou rural) e o período de 2012 a 2021. Nos modelos de quantidade de beneficiários, não foi utilizada a variável clientela devido à baixa quantidade de beneficiários do grupo rural conforme pudemos constatar no Capítulo 3.

5.1. Modelagem para Beneficiários

Para a modelagem da quantidade de beneficiários, foram testados modelos de regressão com distribuições discretas: binomial negativo e poisson. Considerou-se as variáveis Clientela, Sexo e Ano, abrangendo o período de 2012 a 2021, com o intuito de fazer projeções para anos futuros.

Para analisar a significância das variáveis, realizamos o teste t-student considerando um nível de significância de 10%. Para analisar a aderência do modelo, realizamos uma análise de resíduos em QQ-Plot para verificar se os resíduos do modelo seguem sua distribuição teórica. Além disso, adicionamos bandas de confiança ao QQ-Plot usando a técnica de *bootstrap*. Essas bandas oferecem uma estimativa da incerteza associada aos quantis empíricos dos resíduos, também conhecidos como “envelopes”. Ao gerar múltiplas amostras *bootstrap* dos resíduos, podemos calcular os quantis para cada amostra e, em seguida, determinar intervalos de confiança. Essas bandas de confiança nos ajudam a avaliar se os resíduos do modelo estão consistentes com uma distribuição teórica escolhida (Gonçalves e Barreto-Souza, 2020).

Como último teste, foi analisado o erro gerado pelos modelos comparando os valores observados e estimados. Constatou-se que o melhor modelo para estimar a quantidade de beneficiários é o Binomial Negativo.

Os modelos para análise do número de beneficiários que apresentaram o melhor desempenho são descritos na tabela abaixo:

Tabela 4 - Modelos para beneficiários das aposentadorias programadas.

Grupo	Modelo	Variável	Coefficientes	P-valor
Idade	Binomial Negativo	Intercepto	15,052	< 0,01
		Clientela: Urbana	(0,5077)	< 0,01
		Sexo: Masculino	(0,5447)	< 0,01
		Ano	0,0362	< 0,01
Tempo de Contribuição	Binomial Negativo	Intercepto	14,2053	< 0,01
		Sexo: Masculino	0,7799	< 0,01
		Ano	0,0453	< 0,01

Elaboração própria.

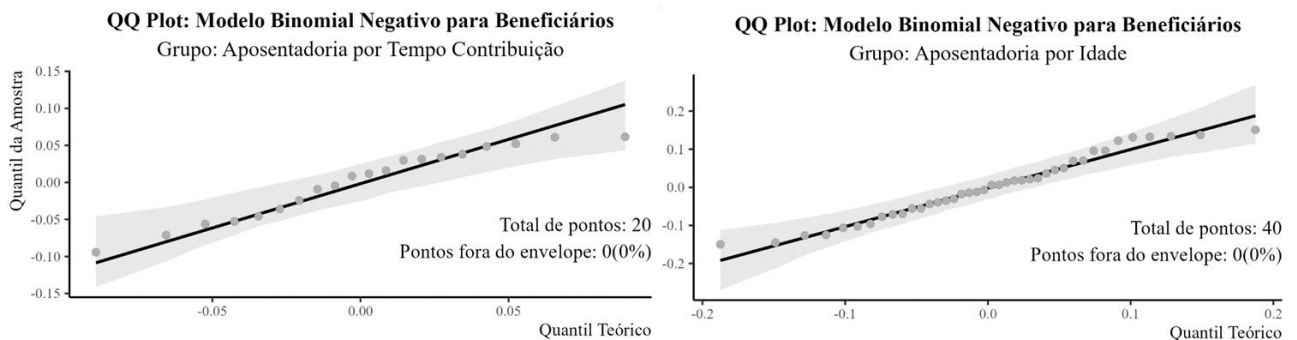
De acordo com a função de ligação descrita no Seção 4, a média dos beneficiários é encontrada nos respectivos modelos é definida como:

$$\mu_{\text{aposentados por idade}} = \exp \{15,052 - 0,5077 \cdot I_{\text{Clientela:Urbana}} - 0,5447 I_{\text{Sexo:Masculino}} + 0,0362 \text{ Ano}\} \quad (1)$$

$$\mu_{\text{aposentados por tempo de contribuição}} = \exp \{14,2053 - 0,7799 \cdot I_{\text{Sexo:Masculino}} + 0,0453 \text{ Ano}\} \quad (2)$$

Os gráficos QQ-Plots indicam que o modelo Binomial Negativo forneceu um bom ajuste para ambos os grupos, com todos os resíduos dentro dos envelopes de confiança conforme Figura 4. Isso reforça a conclusão de que o modelo Binomial Negativo é uma escolha apropriada para estimar a quantidade de beneficiários nos dois tipos de aposentadoria analisados.

Figura 4 - QQ-Plot do número de beneficiários das aposentadorias programadas.



Elaboração própria.

Os demais modelos testados para Quantidade de Beneficiários foram expressos na Tabela 5, a seguir:

Tabela 5 - Outros modelos testados para os benefícios das aposentadorias programadas.

Grupo	Modelo	Variável	Coefficientes	P-valor	Pontos fora do envelope
Tempo de Contribuição	Binomial Negativo	Intercepto	7,638	< 0,01	30 (75%)
		Clientela: Urbana	6,2	< 0,01	
		Sexo: Masculino	1,694	< 0,01	
		Ano	0,047	0,054	
Tempo de Contribuição	Poisson	Intercepto	8,646	< 0,01	40 (100%)
		Clientela: Urbana	5,59	< 0,01	
		Sexo: Masculino	0,769	< 0,01	
		Ano	0,039	< 0,01	
Tempo de Contribuição	Poisson Inv Gaussiana	Intercepto	2,493	0,089	2 (5%)
		Clientela: Urbana	4,669	< 0,01	
		Sexo: Masculino	1,338	0,025	
		Ano	1,205	< 0,01	
Idade	Poisson	Intercepto	15,048	< 0,01	40 (100%)
		Clientela: Urbana	-0,46	< 0,01	
		Sexo: Masculino	-0,521	< 0,01	
		Ano	0,031	< 0,01	

Elaboração própria..

Como observado, os modelos Poisson utilizados inicialmente para a projeção de beneficiários não foram suficientes devido à sua limitação principal: a premissa de que a média é igual à variância. Essa premissa não foi observada nos dados analisados, resultando em valores observados que ficaram fora do gráfico envelope e indicando a inadequação do modelo para capturar a variação presente nos dados de aposentadoria por tempo de contribuição e idade.

Já no modelo Binomial Negativo, que permite maior flexibilidade ao acomodar a variabilidade extra nos dados, mesmo com essa abordagem, os resultados para a aposentadoria por tempo de contribuição permaneceram fora do gráfico envelope. A baixa população rural no modelo dificultou a obtenção de estimativas precisas, afetando a validade das projeções.

Também foi testado o modelo Poisson Inverso Gaussiano, mas ele não foi aplicado ao grupo de Aposentadoria por Idade devido à falta de convergência, causada pela grande disparidade entre os valores máximos e mínimos da quantidade de beneficiários nos grupos analisados. Essa falta de convergência impediu a obtenção de resultados válidos para esse grupo específico.

O modelo Poisson Inverso Gaussiano para a aposentadoria por tempo de contribuição teve coeficientes significativos conforme o teste T-Student e todos os pontos dentro do gráfico

envelope. Contudo, houve uma superestimativa dos coeficientes, como mostra Tabela 6 do último teste que avalia o erro entre o observado e estimado do modelo para os dados de treino de 2022 (ano que não fazia parte do modelo).

Tabela 6 - Erro entre o valor observado e valor estimado para os beneficiários dos demais modelos testados.

Grupo	Modelo	Erro
Tempo de Contribuição	Binomial Negativo	63%
	Poisson	9%
	Poisson Inv. Gaussiana	52600%
Idade	Poisson	3%

Elaboração própria.

5.2. Modelagem para Valor per capita

Para a modelagem do valor per capita, conforme dito anteriormente, foi considerada a razão entre o valor total de benefícios e a quantidade de beneficiários. Foram realizados os mesmos testes aplicados à quantidade de beneficiários.

Os modelos para aposentadoria Idade que apresentaram o melhor desempenho são descritos na tabela a seguir:

Tabela 7 - Modelos para valor per capita dos benefícios das aposentadorias programas.

Grupo	Modelo	Variável	Coefficientes	P-valor	Pontos fora do envelope
Idade	Gama	Intercepto	-0,4720	< 0,01	0 (0%)
		Clientela: Urbana	0,2899	< 0,01	
		Sexo: Masculino	0,0744	< 0,01	
		Ano	0,0634	< 0,01	
Tempo de Contribuição	Gaussiano	Intercepto	0,4984	< 0,01	0 (0%)
		Clientela: Urbana	0,8989	< 0,01	
		Sexo: Masculino	0,2876	< 0,01	
		Ano	0,0894	< 0,01	

Elaboração própria.

De acordo com a função de ligação descrita no Seção 4, a média dos benefícios é encontrada nos respectivos modelos é definida como:

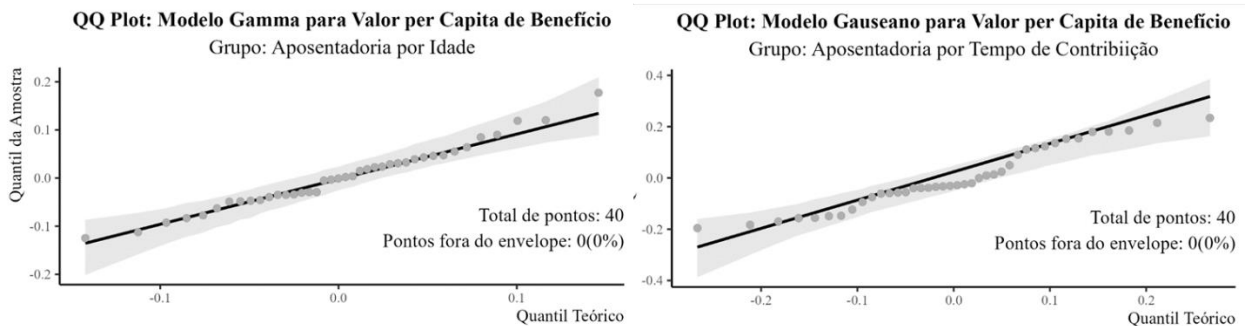
$$\mu_{\text{aposentadoria por idade}} = \exp\{-0,4720 + 0,2899 \cdot I_{\text{Clientela:Urbana}} + 0,0744 \cdot I_{\text{Sexo:Masculino}} + 0,0634 \cdot \text{Ano}\} \cdot 1000 \quad (3)$$

$$\mu_{\text{benefícios por tempo de contribuição}} = \{0,4984 - 0,8989 \cdot I_{\text{Clientela:Urbana}} - 0,2876 \cdot I_{\text{Sexo:Masculino}} - 0,0894 \cdot \text{Ano}\} \cdot 1000 \quad (4)$$

Os gráficos QQ-Plotes abaixo indicam que o modelo Gama e Gaussiano forneceram bons ajustes para ambos os grupos, com todos os resíduos dentro dos envelopes de com intervalos de confiança de 95%. Isso reforça a conclusão de que os modelos em questão são uma escolha apropriada para estimar o valor per capita de beneficiários nos dois tipos de aposentadoria analisados.

Na Figura 5 segue o gráfico envelope dos modelos Gaussiano e Gama com intervalo de confiança de 95%, sem nenhum ponto fora do intervalo:

Figura 5 - QQ-Plot do valor per capita das aposentadorias programadas.



Elaboração própria.

Demais modelos testados para o Valor per Capita de Beneficiários foram expressos na Tabela 8, abaixo:

Tabela 8 - Outros modelos testados para os benefícios das aposentadorias programadas.

Grupo	Modelo	Variável	Coefficientes	P-valor	Pontos fora do envelope
Tempo de Contribuição	Gama	Intercepto	1,195	< 0,01	5 (13%)
		Clientela: Urbana	-0,43	< 0,01	
		Sexo: Masculino	-0,115	< 0,01	
		Ano	-0,037	< 0,01	
Tempo de Contribuição	Log Normal	Intercepto	-0,338	< 0,01	0 (0%)
		Clientela: Urbana	0,615	< 0,01	
		Sexo: Masculino	0,18	< 0,01	
		Ano	0,061	< 0,01	
Tempo de Contribuição	Gaussiano	Intercepto	1,896	< 0,01	0 (0%)
		Sexo: Masculino	0,575	< 0,01	
		Ano	0,179	< 0,01	
Idade	Gaussiano	Intercepto	0,547	< 0,01	0 (0%)
		Clientela: Urbana	0,298	< 0,01	
		Sexo: Masculino	0,087	< 0,01	
		Ano	0,063	< 0,01	
Idade	Log Normal	Intercepto	-0,473	< 0,01	0 (0%)
		Clientela: Urbana	0,29	< 0,01	
		Sexo: Masculino	0,075	< 0,01	
		Ano	0,063	< 0,01	

Elaboração própria.

No caso dos modelos de valor per capita, como todas as variáveis de interesse se mostraram significativas e a análise de resíduos envelope foi satisfatória. O critério de escolha foram os (i) erros gerados entre observado e estimado como mostra Tabela 09 e (ii) a validação do modelo aplicado nos dados de 2022 que serão explorados na próxima Seção.

Tabela 9 - Erro entre o valor observado e valor estimado para os benefícios demais modelos testados.

Grupo	Modelo	Erro
Tempo de Contribuição	Gama	15%
	Log Normal	-17%
	Gaussiano	-84%
Idade	Gaussiano	-51%
	Log Normal	100%

Elaboração própria.

6. Projeções

Uma análise mais geral do desenvolvimento do modelo foi expressa na Tabela 10, que resume os valores observados e estimados para a quantidade de beneficiários e o valor per capita dos benefícios, juntamente com a porcentagem de diferença (% Dif) entre os valores observados (AEPS valores de 2022) e estimados (modelos empregados):

Tabela 10 - Diferença percentual para o valor estimado em 2022 e os dados AEPS para beneficiários e benefícios.

Quantidade de Beneficiários (em milhares)				
Grupo Espécie	Observado (A)	Estimado (B)	IC. (mín;max)	% Dif. (A) e (B)
Idade	12.134	13.180	(10.405;5.999)	8,6%
Tempo de Contribuição	6.812	7.388	(6.417;8.512)	8,5%
Valor benefício per capita				
Grupo Espécie	Observado (A)	Estimado (B)	IC. (mín;max)	% Dif. (A) e (B)
Idade	1.432	1.427	(1.682;2.259)	-0,38%
Tempo de Contribuição	2.083	1.985	(1.262;1.616)	-4,69%

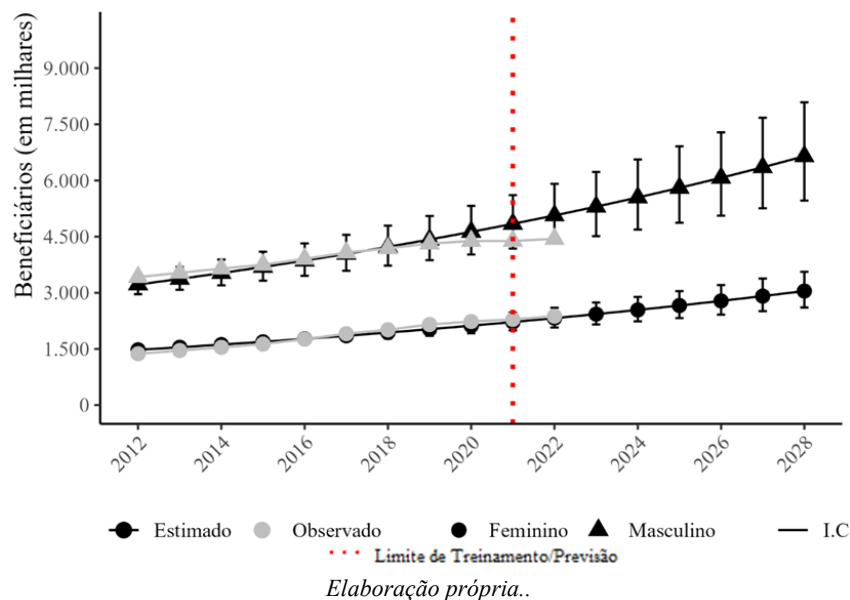
Elaboração própria.

Para uma análise de resultados aplicando a sazonalidade (de 2012 a 2028) foram construídos os gráficos das projeções tanto os valores observados (linha cinza) quanto os valores estimados (linha preta) separados em sexo: masculino (linha com *shape point*) e feminino (linhas com *shape triangle*), permitindo a análise do erro dos modelos. Além disso, cada gráfico contém uma linha vertical tracejada, que marca a delimitação dos dados utilizados para o treinamento do modelo (Limite de Treinamento e Previsão), um destaque para o ano de 2022 que foi utilizado para a validação dos modelos, assegurando a precisão das projeções futuras e que é mostrado nos gráficos apresentados.

6.1. Projeção de Beneficiários

Conforme mostrado na Figura 5, a análise dos resultados para a Aposentadoria por Tempo de Contribuição revelou projeções importantes para a quantidade de beneficiários e o valor per capita dos benefícios. Observa-se que, os modelos estimaram um aumento gradual no número de beneficiários ao longo do período de 2012 a 2028.

Figura 6 - Projeção de Beneficiários por Tempo de Contribuição.

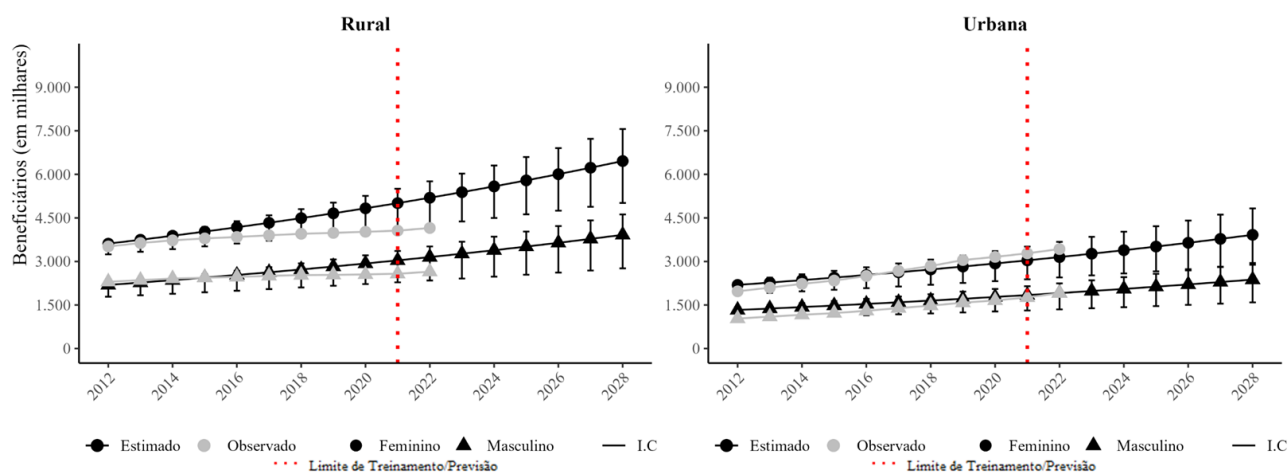


Os dados mostram que o número de beneficiários de aposentadoria por tempo de contribuição apresenta uma tendência de crescimento ao longo dos anos. Em 2022, o número de beneficiários observado foi de 6.812 mil, enquanto o estimado pelo modelo foi de 7.388 mil, resultando em uma diferença de 8%. Essa variação indica que o modelo conseguiu captar bem a tendência de crescimento, embora tenha apresentado uma ligeira superestimação, considerada imaterial.

Em resumo, a análise da aposentadoria por tempo de contribuição aponta para um crescimento contínuo no número de beneficiários e uma estimativa precisa do valor per capita dos benefícios. A diferença percentual entre os valores observados e estimados indica que, embora os modelos sejam robustos, há espaço para refinamentos adicionais para aumentar a precisão das previsões futuras.

Para a projeção dos beneficiários da Aposentadoria por Idade, também foi utilizado o modelo binomial negativo. Os gráficos abaixo ilustram as projeções de beneficiários diferenciados por sexo.

Figura 7 - Projeção de Beneficiários por Idade.



Elaboração própria.

Na projeção de beneficiários da aposentadoria por idade para a população rural, observamos um crescimento constante no número de beneficiários ao longo do tempo. As linhas sólidas representam os dados observados até 2022, enquanto as linhas tracejadas representam as estimativas do modelo para os anos subsequentes. O gráfico indica que o número de beneficiários do sexo masculino é consistentemente maior do que o número de beneficiários do sexo feminino. Em 2022, ano que marca o limite de treinamento e previsão dos modelos, podemos ver um aumento contínuo nas estimativas, com ambos os sexos apresentando uma tendência de crescimento até 2028.

Para a população urbana, a projeção de beneficiários da aposentadoria por idade segue um padrão similar ao observado na população rural. O número de beneficiários também mostra um crescimento gradual ao longo do tempo, com as linhas sólidas representando os dados observados até 2022 e as linhas tracejadas representando as estimativas futuras. No entanto, o número total de beneficiários é maior na população urbana em comparação com a população rural. Assim como na população rural, os beneficiários do sexo masculino são mais numerosos do que os do sexo feminino. A tendência de crescimento é clara e consistente em ambos os sexos, reforçando a necessidade de planejamento e ajustes nas políticas de previdência para acomodar o aumento projetado de beneficiários.

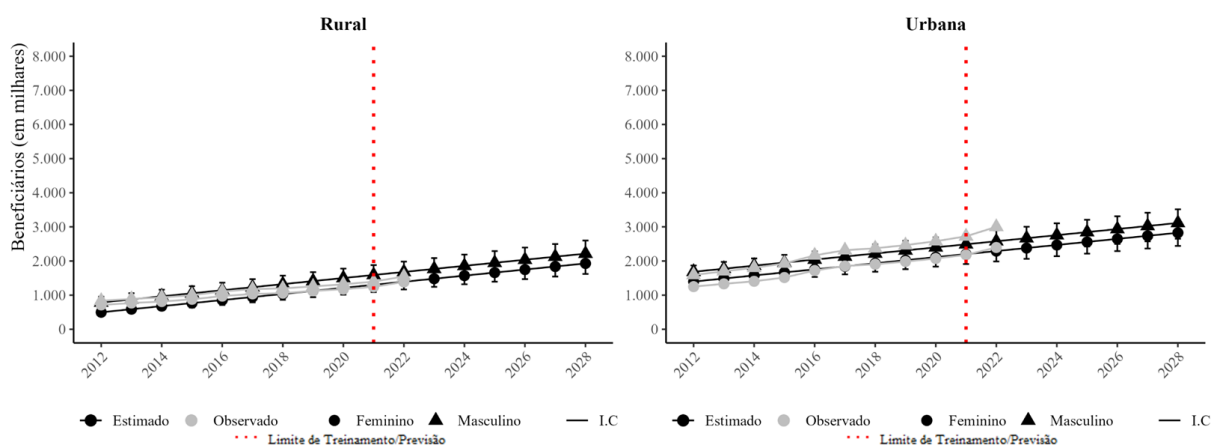
Em resumo, os resultados da projeção de beneficiários da aposentadoria por idade indicam um crescimento contínuo tanto na população rural quanto na urbana, com os homens representando a maioria dos beneficiários em ambos os contextos. Esses achados são cruciais

para o planejamento financeiro e a formulação de políticas públicas que garantam a sustentabilidade do sistema de aposentadoria diante das mudanças demográficas esperadas.

6.2. Projeção do Valor Per Capita dos Benefícios.

Utilizando o modelo normal, projetamos o valor per capita dos benefícios para a aposentadoria por tempo de contribuição. O gráfico da Figura 8 apresenta essas projeções.

Figura 8 - Projeção de Benefícios por Tempo de Contribuição.



Elaboração própria..

Na projeção do valor médio dos benefícios para a população urbana, observamos um crescimento constante ao longo do tempo. As linhas sólidas representam os dados observados até 2022, enquanto as linhas tracejadas representam as estimativas do modelo para os anos subsequentes. O gráfico indica que o valor dos benefícios médios cresce de forma consistente, com um leve aumento na taxa de crescimento após 2022. Os beneficiários do sexo masculino recebem valores médios ligeiramente superiores aos do sexo feminino, mas a diferença entre os sexos é relativamente pequena em comparação com outras categorias de aposentadoria. A projeção até 2028 sugere que essa tendência de crescimento constante se manterá, refletindo uma estabilidade no aumento dos benefícios médios.

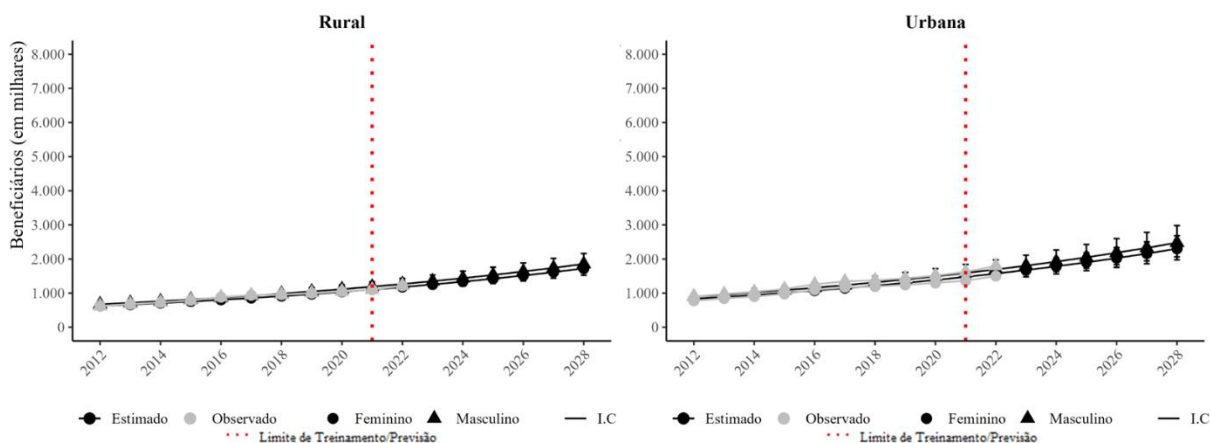
Para a população rural, a projeção do valor médio dos benefícios também mostra um crescimento ao longo do período analisado, embora de forma mais modesta em comparação com a população urbana. As linhas sólidas representam os valores observados até 2022, e as linhas tracejadas mostram as estimativas futuras. O crescimento do valor dos benefícios médios na população rural é linear e menos acentuado após 2022. Tanto os beneficiários masculinos quanto femininos apresentam um aumento no valor dos benefícios, com os homens recebendo

valores médios ligeiramente superiores aos das mulheres. A diferença entre os sexos na população rural é pequena.

Em resumo, os resultados da projeção do valor per capita dos benefícios na aposentadoria por tempo de contribuição indicam um crescimento contínuo em ambas as populações, urbana e rural. Os beneficiários do sexo masculino tendem a receber valores um pouco mais altos do que os do sexo feminino, mas a diferença é relativamente pequena. Esses achados são importantes para o planejamento de políticas previdenciárias que considerem as diferentes dinâmicas entre áreas urbanas e rurais e as pequenas disparidades de gênero nos valores dos benefícios.

Para a projeção do valor per capita dos benefícios na aposentadoria por idade, utilizamos o modelo gaussiano. Os gráficos da Figura 8 ilustra essas projeções.

Figura 9 - Projeção de Benefícios por Idade.



Elaboração própria.

Na projeção do valor médio dos benefícios para a população urbana, observamos um crescimento constante ao longo do tempo, com uma aceleração significativa após 2022, que é o limite de treinamento e previsão dos modelos. As linhas sólidas representam os dados observados até 2022, enquanto as linhas tracejadas representam as estimativas do modelo para os anos seguintes. O gráfico indica que, a partir de 2024, há um aumento mais acentuado no valor dos benefícios médios, especialmente para os beneficiários do sexo masculino. Em comparação, os benefícios médios para as mulheres também aumentam, mas a um ritmo ligeiramente inferior. Até 2028, os valores projetados mostram que os homens tendem a receber benefícios médios significativamente mais altos do que as mulheres na população urbana.

Para a população rural, a projeção do valor médio dos benefícios também mostra um crescimento ao longo do período analisado, embora de maneira mais modesta em comparação

com a população urbana. As linhas sólidas representam os valores observados até 2022, e as linhas tracejadas mostram as estimativas futuras. Diferente da população urbana, o crescimento do valor dos benefícios médios na população rural é mais linear e menos pronunciado após 2022. Tanto os beneficiários masculinos quanto femininos apresentam um aumento no valor dos benefícios, com os homens recebendo valores médios ligeiramente superiores aos das mulheres. No entanto, a diferença entre os sexos na população rural é menos acentuada do que na população urbana.

Em resumo, os resultados da projeção do valor per capita dos benefícios na aposentadoria por idade indicam um crescimento contínuo em ambas as populações, urbana e rural, com uma aceleração mais significativa na população urbana a partir de 2022. Os beneficiários do sexo masculino tendem a receber valores mais altos do que os do sexo feminino, com uma diferença mais acentuada na população urbana. Esses achados são importantes para o planejamento de políticas previdenciárias que considerem as diferentes dinâmicas entre áreas urbanas e rurais e as disparidades de gênero nos valores dos benefícios.

6.3. Análise das Receitas e Despesas

Neste tópico iremos analisar o valor de despesa constituído pelo nosso modelo, ou seja, a multiplicação do valor da renda per capita dos beneficiários pelo total de beneficiários em cada ano dos grupos espécies Aposentadoria por Tempo de Contribuição e Idade. Iremos comparar esses valores de despesa com os valores da Receita e Despesas projetadas pela Secretaria de Previdência (SPREV/MTP) no ano de 2022 com o objetivo de avaliar a suficiência do regime e a necessidade de cobertura adicional.

A Tabela 11 apresenta os valores de Receita e Despesas projetados a partir de 2022:

Tabela 11 - Receita projetadas pela SPREV e despesas projetadas pelos modelos (em milhares de reais).

Ano	(A) Despesas	(D) IC. Despesas (Min; Max)	(C) Receita SPREV	(D) Despesas SPREV*	Défice/Superávit (A) e (C)
2022	480.845	(346.597;630.598)	457.519	761.965	-5%
2023	527.441	(376.523;698.672)	484.140	809.533	-8%
2024	577.937	(408.571;773.299)	520.828	858.542	-10%
2025	632.658	(442.888;855.116)	588.257	924.117	-7%
2026	691.959	(479.634;944.823)	588.257	984.907	-15%
2027	756.225	(518.978;1.043.194)	625.243	1.050.233	-17%
2028	825.876	(561.104;1.151.080)	664.100	1.121.822	-20%

*Despesas do SPREV incluem todos os tipos de benefício do INSS.

Fonte: Dados do SPREV/MTP e projeção dos modelos.

Analisando os dados projetados, percebemos um aumento contínuo nas despesas ao longo dos anos, enquanto a receita também cresce, mas em um ritmo mais lento. Isso resulta em um déficit crescente, indicando que as despesas com aposentadorias estão ultrapassando as receitas obtidas.

Os valores das despesas projetadas aumentam de 480.845 milhares de reais em 2022 para 825.876 milhares de reais em 2028. Esse crescimento pode ser atribuído ao aumento do número de beneficiários e ao ajuste dos valores per capita dos benefícios. A tendência ascendente nas despesas reflete a pressão contínua sobre o sistema previdenciário, devido ao envelhecimento da população e à consequente ampliação do número de aposentados.

Por outro lado, as receitas projetadas pela Secretaria de Previdência também mostram um aumento, de 457.519 em 2022 para 664.100 em 2028. Embora esse crescimento seja positivo, ele não acompanha o ritmo acelerado das despesas, resultando em um déficit anual crescente.

A análise das receitas e despesas projetadas destaca um desafio crescente para a sustentabilidade do sistema previdenciário. A disparidade entre o aumento das despesas e das receitas sugere que reformas são necessárias para garantir que o sistema possa continuar a fornecer benefícios adequados aos aposentados sem criar um ônus financeiro insustentável para as gerações futuras.

7. Conclusões

Este trabalho apresentou uma análise detalhada das abordagens de modelos estatísticos aplicados à projeção de beneficiários e benefícios no Regime Geral de Previdência Social (RGPS). O objetivo principal foi desenvolver modelos que fornecessem estimativas sobre o número de beneficiários e o valor per capita dos benefícios pagos, considerando variáveis como sexo, clientela (urbana ou rural) e tempo de contribuição.

Os modelos desenvolvidos ao longo deste estudo demonstraram que os modelos Binomial Negativo, Gaussiano e Gama foram os mais adequados para estimar a quantidade de beneficiários e valor de benefícios no RGPS. Os três modelos apresentaram um bom ajuste para os dados analisados, com todos os resíduos dentro dos envelopes de confiança, confirmando a eficácia dessas abordagens na modelagem de beneficiários por tempo de contribuição e idade.

Além disso, identificou-se que a clientela urbana tem um impacto significativamente maior nos modelos de beneficiários, em comparação com a clientela rural. Isso se deve à baixa representatividade dos beneficiários rurais entre os aposentados por tempo de contribuição, conforme ilustrado nos gráficos e tabelas apresentados.

Os resultados das projeções indicam uma tendência de crescimento no número de beneficiários ao longo dos próximos anos. Esta tendência acentua a necessidade de políticas de ajuste e estratégias de intervenção para assegurar a sustentabilidade do RGPS a longo prazo. As análises demonstram que, há uma necessidade contínua de revisões periódicas para manter a precisão das projeções devido à variabilidade sazonal e a mudanças nas políticas previdenciárias.

Um dos principais desafios encontrados durante o desenvolvimento dos modelos foi a alta variabilidade dos dados. Além disso, a baixa população rural representou um desafio na obtenção de estimativas precisas, especialmente para os modelos de aposentadoria por tempo de contribuição.

Os modelos estatísticos desenvolvidos neste estudo fornecem uma ferramenta para a projeção de beneficiários e benefícios per capita no RGPS. As projeções indicam um aumento contínuo no número de beneficiários, ressaltando a importância de políticas previdenciárias bem elaboradas para garantir a solvência econômica do sistema a longo prazo. A base fornecida evidencia a necessidade de formular estratégias eficazes para assegurar a sustentabilidade do RGPS.

A análise das receitas em comparação com as despesas projetadas revela que os recursos atuais não são suficientes para garantir a sustentabilidade do regime, exigindo um aumento nas receitas ou um recálculo dos benefícios, temas planejados para pesquisas futuras. Com base nos resultados, é recomendado que estudos explorem novos modelos e técnicas de análise para aprimorar as projeções. A inclusão de variáveis como taxa de mortalidade e mudanças nas políticas de aposentadoria poderá fornecer uma visão mais abrangente e precisa do futuro do RGPS. A implementação de ajustes periódicos nos modelos será crucial para manter a acurácia das projeções e em estratégias para aumentar as receitas ou recalcular os benefícios, visando assegurar a sustentabilidade do RGPS.

Este estudo enfatiza a importância da aplicação de modelos estatísticos na projeção de beneficiários no RGPS. A metodologia desenvolvida oferece uma ferramenta para futuros estudos e políticas de ajuste no sistema previdenciário brasileiro. Ao permitir uma compreensão aprofundada das tendências e desafios futuros, as abordagens apresentadas aqui contribuem significativamente para a formulação de estratégias que garantam a solvência e sustentabilidade do RGPS. A utilização desses modelos é fundamental para a antecipação de cenários futuros e a elaboração de políticas previdenciárias eficientes.

8. Referências

Alves, J. E. D. **A Transição Demográfica E A Janela De Oportunidade**. 2008– Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

Casella, G; Berger, Roger L. **Statistical Inference**. 2. ed. Belmont: Duxbury, 2002. 589 p.

Cordeiro, G. M., & Demétrio, C. G. B. (2010). **Modelos Lineares Generalizados e Extensões**. UFRPE e ESALQ/USP.

Gonçalves, J. N., & Barreto-Souza, W. (2020). **Flexible regression models for counts with high-inflation of zeros**. *Metron*, 78(1), 71-95.

MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL. Infologo AEPS: **Base De Dados Histórica Da Previdência Social**. Disponível em: <https://www3.dataprev.gov.br/infologo/inicio.htm>. Acesso em: 28 jul. 2024.

MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL, Secretaria de Políticas de Previdência Social. **Anexo IV.5 – Projeções Atuariais Para O Regime Geral De Previdência Social – RGPS**. Disponível em: https://www.gov.br/planejamento/pt-br/assuntos/orcamento/orcamentos-anuais/2022/copy_of_pldo/Anexo_IV.5_Projecoes_Atuariais_do_RGPS.pdf. Acesso em: 28 jul. 2024.

Pierdoná, Z. L. **A Evolução Da Previdência Social No Brasil Como Pressuposto Para A Implementação Do Sistema De Seguridade Social**. *Revista Brasileira de Previdência*, [S.l.], v. 14, n. 1, p. 57 - 78, fev. 2023. ISSN 2317-0158. Disponível em: <https://revista.unicuritiba.edu.br/index.php/previdencia/article/view/5778>. Acesso em: 28 jul. 2024. doi:<http://dx.doi.org/10.21902/rbp.v13i1.5778>.

Silva, C. P. A. d., Puty, C. A. C. B., Silva, M. S. d., Carvalho, S. V. d., & Francês, C. R. L. **Precisão Das Previsões Financeiras No Sistema Previdenciário Brasileiro**. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184353>. Acesso em: 28 jul. 2024.

Silva, L. J. B., & Gonçalves, J. N. **Modelagem Do Número De Feridos E De Acidentes De Trânsito Nas Rodovias Federais Para O Triênio 2021-2023**. *Revista Gestão e Organizações*, [S.l.], v. 7, n. 4, p. 118, dez. 2022. ISSN 2526-2289. Disponível em:

<https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/rgo/article/view/93>. Acesso em: 10 Ago. 2024.
doi:<http://dx.doi.org/10.18265/2526-2289v7n4p118>.