



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA (UFPB)
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS (CCSA)
DEPARTAMENTO DE FINANÇAS E CONTABILIDADE (DFC)
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ATUARIAIS (CCA)**

KARYS EMANUELLE FIGUEIREDO SILVA ALVES

**ANÁLISE DE AGRUPAMENTO DAS HIPÓTESES ATUARIAIS E SEU IMPACTO
NOS RESULTADOS ATUARIAIS DOS REGIMES PRÓPRIOS DE PREVIDÊNCIA
DO BRASIL NO PERÍODO DE 2015 A 2018: DO PLANO PREVIDENCIÁRIO E
POPULAÇÃO CÍVIL**

JOÃO PESSOA

2020

KARYS EMANUELLE FIGUEIREDO SILVA ALVES

**ANÁLISE DE AGRUPAMENTO DAS HIPÓTESES ATUARIAIS E SEU
IMPACTO NOS RESULTADOS ATUARIAIS DOS REGIMES PRÓPRIOS DE
PREVIDÊNCIA DO BRASIL NO PERÍODO DE 2015 A 2018: DO PLANO
PREVIDENCIÁRIO E POPULAÇÃO CÍVIL**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Atuariais, do Centro de Ciências Sociais Aplicadas, da Universidade Federal da Paraíba como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Atuariais.

Orientador: Prof. Me. Filipe Coelho de Lima Duarte

JOÃO PESSOA

2020

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

A474a Alves, Karys Emanuelle Figueiredo Silva.

ANÁLISE DE AGRUPAMENTO DAS HIPÓTESES ATUARIAIS E SEU
IMPACTO NOS RESULTADOS ATUARIAIS DOS REGIMES PRÓPRIOS
DE PREVIDÊNCIA DO BRASIL NO PERÍODO DE 2015 A 2018 : DO
PLANO PREVIDENCIÁRIO E POPULAÇÃO CÍVIL / Karys
Emanuelle Figueiredo Silva Alves. - João Pessoa, 2020.
55 f. : il.

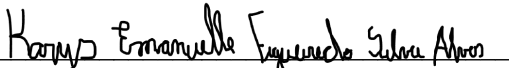
Orientação: Filipe Coelho de Lima Duarte.
Monografia (Graduação) - UFPB/CCSA.

1. Hipóteses atuariais. 2. Resultado atuarial. 3. RPPS.
4. Análise de agrupamento. I. Duarte, Filipe Coelho de
Lima. II. Título.

UFPB/CCSA

**ANÁLISE DE AGRUPAMENTO DAS HIPÓTESES ATUARIAIS E SEU IMPACTO
NOS RESULTADOS ATUARIAIS DOS REGIMES PRÓPRIOS DE PREVIDÊNCIA
DO BRASIL NO PERÍODO DE 2015 A 2018: DO PLANO PREVIDENCIÁRIO E
POPULAÇÃO CÍVIL**

Monografia apresentada à Universidade Federal da Paraíba – UFPB como requisito para obtenção do título em bacharel em Ciências Atuariais.


Karlys Emanuelle Figueiredo Silva Alves

Monografia aprovada em: 27 / 03 / 2020

Orientador: 
Prof Me. Filipe Coelho de Lima Duarte (UFPB)

1º Examinador (a): _____
Profª Ma. Ionara Stéfani Viana de Oliveira (UFPB)

2º Examinador (a): _____
Prof Me. Herick Cidarta Gomes de Oliveira (UFPB)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por em todos os dias da minha vida ter me dado forças para continuar e concluir o curso de bacharel em Ciências Atuarias, sem a Sua ajuda eu não teria chegado até o fim, assim como à ajuda dos meus avós, que sempre acreditaram no meu potencial e eu não posso deixar de mencionar meus pais e familiares.

Não posso deixar de agradecer as minhas melhores amigas que a vida poderia ter me dado, Natalia e Rafaela, o apoio de vocês foi indispensável para que eu concluísse o curso, vocês me forçam a acreditar em mim. E claro, as minhas colegas de trabalho que são as pessoas que mais escutaram minhas crises: Débora Mydiã, Gisele Cunha e Raphaella.

Gostaria de agradecer a uma pessoa em especial, meu namorado, Mestre Pedro Jorge, por ter brigado comigo toda vez em que eu pensava em desistir, agradeço o apoio e suporte nas cadeiras impossíveis de economia e no meu próprio TCC, seu apoio pra mim foi extraordinário.

Tiveram dias em que parecia impossível concluir o curso, mas, encontrei amizades na UFPB que motivavam a continuar. Agradeço a minha primeira amiga na UF, Paula, a Igor, que sempre me animava com os desabafos dele, a Elizabety que se tornou uma irmã, Greicy, que sempre acreditou em mim e por fim, agradeço aos colegas que um dia já me ajudaram desde, emprestar uma calculadora a passar a madrugada me ensinando matemática atuarial.

Não saindo do ambiente da universidade, quero agradecer a alguns professores que marcaram minha graduação: Thiago Silveira, fez com que eu continuasse no curso ao apresentar os cálculos atuariais; Azamor Cirne, que me ensinou a pensar com as formulas atuarias e não decorá-las; Ionara Stéfani, que alegrou as minhas tardes na coordenação quando estava surtando com o curso; e por fim, meu orientador Filipe Duarte, que foi na minha vida uma enciclopédia de novos termos atuarias e que sempre incentivou a buscar mais, ser sua orientanda foi uma honra.

Agradeço de coração a todos vocês, não há nenhum método capaz de mensurar e precificar minha gratidão.

“As melhores histórias são de força de vontade. De determinação e coragem em face de grande adversidade.”

One Tree Hill

RESUMO

Neste trabalho foi proposto analisar o comportamento dos agrupamentos das hipóteses atuariais sendo elas, biométricas, demográficas, econômicas e financeiras em relação ao Resultado atuarial dos Regimes Próprios de Previdência Social (RPPS). Para tanto, utilizou-se a técnica de Análise de Agrupamento com o intuito de criar variáveis sintéticas com forte correlação entre si. Em seguida, estimou-se uma regressão linear multivariada afim de testar a capacidade explicativa dos agrupamentos em relação ao resultado atuarial. Na formação dos agrupamentos das 31 hipóteses atuariais elencadas no estudo, foi possível formar apenas dois agrupamentos, dos quais apenas um possuía 29 das 31 hipóteses, e ao estimar a regressão controlando por clusters dos agrupamentos relacionados as hipóteses atuariais, junto também com as variáveis de controle foi possível notar que apenas os dois grupos e a idade média foram estatisticamente significativos. Desta forma, as hipóteses atuariais possuem em conjunto significância para o resultado atuarial e, apesar de não explicar muito a variação do resultado é relevante a escolha de como serão preenchidas. Além disso, a idade média dos participantes aumentam o custo do plano e isto é devido a quantidade de mulheres e sua expectativa de vida que se sobressai a dos homens. Para trabalhos futuros, sugeriu-se a análise de dados em painel, avaliar o efeito temporal e adicionar outros fatores de riscos ao modelo.

Palavras-chave: Hipóteses atuariais. Resultado atuarial. RPPS. Análise de agrupamento.

ABSTRACT

In this work it was proposed to analyze the behavior of the groupings of actuarial hypotheses, which are biometric, demographic, economic and financial in relation to the Actuarial Result of the Own Social Security Regimes (RPPS). For that, the Cluster Analysis technique was used in order to create synthetic variables with strong correlation between them. Then, a multivariate linear regression was estimated in order to test the explanatory capacity of the clusters in relation to the actuarial result. In the formation of clusters of the 31 actuarial hypotheses listed in the study, it was possible to form only two clusters, of which only one had 29 of the 31 hypotheses, and when estimating the regression by controlling clusters of the clusters related to the actuarial hypotheses, together with the variables of control it was possible to notice that only the two groups and the mean age were statistically significant. In this way, as the active hypotheses have a significant set for the actuarial result and, although it does not explain much the variation of the result, the choice of how they will be filled is relevant. In addition, the average age of the participants has increased or the cost of the plan and this is due to the number of women and their life expectancy that stands out from men. For future work, suggest a data analysis on the panel, evaluate the temporal effect and add other risk factors to the model.

Keywords: Actuarial hypotheses. Actuarial results. RPPS. Cluster analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Regime de capitalização	18
Figura 2: Regime de repartição de capital de cobertura	19
Figura 3: Regime de repartição simples	20
Figura 4: Demonstração da acumulação de diferentes métodos.....	21
Figura 5: Resumo dos resultados atuariais	27
Figura 6: Demonstração do resultado atuarial.....	28
Figura 7: Processo da análise de agrupamentos	31
Figura 8: Mapa do Brasil com o Resultado Atuarial	36
Figura 9: Dendograma das hipóteses.....	39
Figura 10: Correlação e distribuição das variáveis.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Proporção do Resultado Atuarial.....	35
Tabela 2: Estatística descritiva do Resultado Atuarial	35
Tabela 3: Estatística descritiva da quantidade de Homens e Mulheres	37
Tabela 4: Porcentagem da quantidade utilizada das tábuas.....	37
Tabela 5: Correlação quadrática.....	40

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: resumo das hipóteses atuariais e suas características	23
Quadro 2:Modelo 1 de regressão com os agrupamentos.....	42

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Problemática.....	14
1.2	Objetivo.....	15
1.2.1	Objetivo geral	15
1.2.2	Objetivos específicos.....	15
1.3	Justificativa.....	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1	Regimes Próprios de Previdência Social.....	17
2.1.1	Regimes financeiros	18
1.1.1	Métodos de custeio.....	20
2.2	Hipóteses atuarias.....	22
2.2.1	Hipóteses Biométricas	23
1.1.1	Hipóteses Demográficas.....	24
1.1.2	Hipóteses Econômicas e Financeiras.....	25
2.3	Demonstrativo do resultado da avaliação atuarial.....	26
3	METODOLOGIA	29
3.1	Coleta e tratamento de dados	29
3.2	Análise descritiva dos dados	29
3.3	Análise exploratória dos dados.....	30
3.4	Análise de agrupamento das hipóteses atuarias.....	30
3.5	Modelo de Regressão do Resultado Atuarial	32
4	RESULTADOS.....	35
4.1	Análise Descritiva	35
4.2	Análise de Agrupamentos	38
4.3	Modelo de Regressão	41
5	CONCLUSÃO	44

REFERÊNCIAS 46

APÊNDICE 52

1 INTRODUÇÃO

A previdência social é um dos três pilares que compõem a seguridade social que foi constituída em 1988, ela possui um papel importante para a sociedade, pois garante renda ou auxílios para as pessoas que não podem trabalhar por causa da idade, de doenças, por motivo de invalidez e para os dependentes dos segurados falecidos. Como afirma Fernandes (2018), a previdência social possui a função de seguro para o trabalhador, quando ele se encontra incapacitado de exercer suas atividades laborais.

No Brasil, a previdência possui três segmentos, o regime geral de previdência social (RGPS), o regime próprio de previdência social (RPPS) e o regime de previdência complementar. Os RPPS objetivam como resultado um equilíbrio financeiro e atuarial que segundo Nogueira (2012), esses equilíbrios são um mandamento constitucional para os RPPS que consta no artigo 40, caput da Constituição Federal de 1988.

Vaz (2009) afirma que, o equilíbrio financeiro é o balanceamento entre o que é arrecadado com as contribuições previdenciárias e as despesas com os benefícios previdenciários no exercício corrente; enquanto o equilíbrio atuarial visa o longo prazo, garantindo que as receitas previdenciárias cubram as despesas dos exercícios futuros a valor presente.

Para obter o equilíbrio atuarial no cálculo é necessário utilizar algumas hipóteses atuariais, estas hipóteses são elementos chave nos cálculos das provisões matemáticas, sendo fatores variáveis nos cálculos como por exemplo, dos benefícios e contribuições. As hipóteses atuariais estão relacionadas a fatores biométricos, demográficos, econômicos e financeiros, com o objetivo de dimensionar os recursos necessários para acumulação das provisões matemáticas que mantenham o equilíbrio técnico atuarial. Segundo Corrêa (2018), as hipóteses são variáveis que quando modificadas alteram o resultado atuarial, e para a tomada de decisão é necessária uma análise minuciosa sobre os métodos de estimação dessas hipóteses e segundo Benelli et al. (2016), as hipóteses atuariais se relacionam diretamente com o custeio do plano de benefícios e o seu equilíbrio atuarial.

1.1 Problemática

Com o aumento da expectativa de vida (ALVES, 2010) e das mudanças socioeconômicas (PINTO, 2012), a previdência social brasileira tem sido alvo de discussões sobre a sua sustentabilidade (VAZ, 2009). Segundo Miranda et al. (2016) o aumento da expectativa de vida representa desafios para a saúde pública e a sustentabilidade previdenciária. Costanzi (2016) diz que a previdência pode aumentar os gastos públicos e com isso afetar fatores macroeconômicas como poupança, taxa de juros e investimentos de médio e longo prazo. No entender de Rodrigues (2008), a previdência é um desafio para a economia brasileira e que precisa de mudanças diante das alterações demográficas e econômicas.

O Brasil passou por várias transformações socioeconômicas, e segundo Vasconcelos et al. (2012), a passagem de uma sociedade com altas taxas de natalidade e mortalidade para um regime com baixas taxas, fundaria a transição demográfica. Nessa fase de mudanças, a sociedade passaria por um desequilíbrio demográfico, estagnando as taxas de crescimento populacional e diminuindo a quantidade de indivíduos em idade ativa, pela redução dos nascimentos, causando o envelhecimento populacional. Esse envelhecimento populacional pode alterar significativamente os resultados das avaliações atuariais, se não for adotada as devidas precauções, gerando desequilíbrio técnico nos resultados financeiros e atuariais, haja vista que a razão de aposentados para ativos tende a aumentar com a transição demográfica, e como o sistema depende da colaboração intergeracional, ficará cada vez mais difícil equilibrar os resultados atuariais.

O IBGE fez uma nova projeção demográfica no fim de 2018. Segundo Costanzi (2018), a referida projeção indica que o bônus demográfico no Brasil se encerrou em 2018, cinco anos antes do que foi previsto em 2013, implicando que houve uma perda de oportunidade nesse período de 5 anos, no qual o país teria sua população econômica ativa contribuindo para a previdência. O bônus demográfico, conforme Alves (2010), é uma janela de oportunidade que nada adiantará se o país não for capaz de potencializar a produtividade da mão-de-obra disponível. Entretanto, de acordo com Barbosa Filho (2017), a economia brasileira encontrou-se em recessão no segundo trimestre de 2014, acarretando uma queda de cerca de 9% do PIB entre 2014 e 2016. Já, em 2017 segundo os dados do IBGE, o PIB cresceu 1,0% em relação a 2016, e em 2018 cresceu 1,1% frente a 2017. No primeiro trimestre de 2019 o PIB apresentou variação de -0,2% em relação ao quarto trimestre de 2018.

Tal crise na economia causa forte impacto no mercado de trabalho, segundo Dantas (2011) a crise possui uma relação com a previdência social e que o comportamento favorável do mercado de trabalho é um dos fatores que fazem aumentar as arrecadações previdenciárias.

Portanto, em decorrência das mudanças demográficas e econômicas, este estudo visa analisar as variáveis de um demonstrativo do resultado atuarial, respondendo a seguinte questão problema: **Como se relacionam as hipóteses atuariais e o resultado atuarial dos RPPS do Brasil no período de 2015 a 2018?**

1.2 Objetivo

Este trabalho tem por finalidade responder o objetivo geral e específicos.

1.2.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo geral, observar como se relacionam os agrupamentos das hipóteses atuariais e o resultado atuarial dos RPPS do Brasil no período de 2015 a 2018.

1.2.2 Objetivos específicos

- Explorar as hipóteses atuariais utilizadas nas avaliações atuariais dos RPPS do Brasil;
- Utilizar a análise de agrupamento nas hipóteses atuariais dos RPPS do Brasil;
- Investigar o impacto dos agrupamentos das hipóteses no resultado atuarial;

1.3 Justificativa

O envelhecimento populacional é a consequência da diminuição das taxas de fecundidade e de mortalidade infantil, para Küchemann (2012), o Brasil é um país que está envelhecendo a passos largos e segundo os dados do IBGE, em 2017 8,94% da população é idosa e em 2019 passou para 9,52% e a expectativa é de que em 2060 25,49% da população terá 65 anos ou mais. Conforme a pesquisa feita por Caetano (2006) sobre os determinantes da sustentabilidade, o aumento da razão entre beneficiários e contribuintes tende a aumentar, e essa variável sofre a influência do mercado de trabalho, com isso a expectativa do IBGE é de

que a razão de dependência dos idosos que é a razão da população inativa sobre os ativos, chegue a 42,62% em 2060.

De acordo com Barbosa Filho (2007), a crise econômica brasileira de 2014/2017 causou um impacto negativo no mercado de trabalho fazendo com que a renda da família brasileira encolhesse. Segundo os dados do IBGE a taxa de desemprego era de 4,9% em 2014 e em 2015 a taxa subiu drasticamente para 6,7%. Esse resultado é negativo para a previdência, já que durante crises econômicas, a quantidade de contribuintes tende a diminuir, pois há uma redução na demanda das firmas por trabalho.

As mudanças demográficas e o mercado de trabalho trazem consequências na previdência pública, sendo elas boas ou ruins. Segundo Caetano (2016), a diminuição da taxa de mortalidade eleva a expectativa de vida e conseqüentemente o tempo de recebimento de aposentadoria dos beneficiários, entretanto, durante crises econômicas, a quantidade de contribuintes tende a diminuir, pois há uma redução na demanda das firmas por trabalho.

Um estudo feito pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) realizada no início de 2018 apontou déficit crescente da previdência dos servidores públicos, e alerta que o peso dos servidores acima de 50 anos nas administrações públicas será de um terço e, em alguns casos, próximos da metade do quadro de servidores ativos.

Ainda, como agravante conforme Caetano (2006), em 2004 as taxas de alíquotas de contribuições não foram suficientes para compensar a taxa de reposição e a razão de dependência dos idosos. Essas variáveis são consideradas hipóteses para os cálculos atuariais, segundo o Bernelli et al (2016) os parâmetros atuariais são utilizados nos cálculos das provisões matemáticas, que conforme o ministério da economia é o total de recursos necessários para honrar com os compromissos dos planos a valor presente.

Os cálculos atuariais têm por base o futuro, segundo Machado et al. (2006), o risco atuarial é proveniente das hipóteses atuarias que não foram confirmadas, não representando a massa de participantes do plano, ou utilização de metodologias inadequadas, podendo resultar em um déficit no plano previdenciário.

A escolha desse trabalho remete à crescente discussão que vem se formando no Brasil em relação à previdência, o seu déficit e o envelhecimento da população, sendo que o seu resultado será uma ferramenta de análise da saúde financeira dos planos de previdência dos RPPS do Brasil.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Regimes Próprios de Previdência Social

Os Regimes Próprios de Previdência Social possuem uma natureza estatutária e não contratual, de acordo com Ministério da Fazenda (2016). O Art. 40 da emenda constitucional nº 86 de 17 de março de 2015 especifica os participantes dos RPPS.

“Aos servidores titulares de cargos efetivos da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, incluídas suas autarquias e fundações, é assegurado regime de previdência de caráter contributivo, observados critérios que preservem o equilíbrio financeiro e atuarial e o disposto neste artigo.”

De acordo com Silva (2011), os participantes dos Regimes Próprios de Previdência Social (RPPS) são os servidores públicos da União, Distrito Federal, Estados, Municípios e aos militares do Distrito Federal e Estado.

As principais regras de funcionamento dos RPPS estão definidas na Constituição Federal artigo 40 e em leis e decretos específicos no âmbito de cada unidade federada, União, Estados, Distrito Federal e Municípios. Em 1988 com a promulgação das Constituição Federal várias unidades optaram em criar os RPPS separando-se do RGPS. Segundo Reis (2014), essa quebra de vínculo entre os regimes acarretou temporariamente um alívio financeiro e orçamentário para o RGPS.

No final de 2016 foi encaminhada ao Congresso uma nova proposta que, segundo Lavinias et al (2017), não eram apenas ajustes nos parâmetros, mas alterações que fragilizam a previdência pública. Isso se deveu ao fato de a previdência não possuir condições de ser sustentadas a um período de longo prazo. Desde sua reformulação em 1988, o seguro social no Brasil vive passando por uma série de mudanças paramétricas que parecem colocar em risco a sua sustentabilidade (LAVINAS et al, 2017).

Em geral os RPPS têm característica de filiação obrigatória para os servidores públicos (como dito anteriormente), gestão pública e sob responsabilidade das respectivas unidades federadas por meio de ministérios, secretarias ou de forma autárquica também publica mediante a criação de institutos municipais, distritais ou estaduais de previdência.

O RPPS é um regime estatutário com regras sobre elegibilidade, elenco de benefícios, custeio e reajuste de aposentadoria definidas na constituição federal e no âmbito de cada unidade federada em leis específicas.

Os regimes financeiros, segundo a portaria 464 de 2018 podem ser, regime financeiro de capitalização, regime financeiro de repartição de capitais de cobertura e regime financeiro

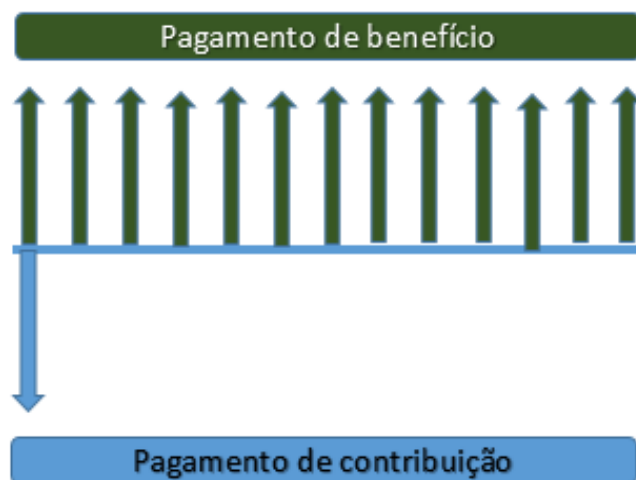
de repartição simples e os métodos de custeio podem ser por benefício acumulado ou custo acumulado, que serão melhores explicados na seção 2.1.1 e 2.1.2.

2.1.1 Regimes financeiros

Os regimes financeiros são as formas de financiamento dos benefícios, em que serão quantificadas as contribuições necessárias para os pagamentos dos benefícios e despesas. Segundo a portaria MPS nº 464 art. 12º os RPPS podem adotar o regime de capitalização, repartição simples e repartição de capitais de cobertura para a observância do equilíbrio financeiro e atuarial.

O Regime de capitalização são formações de reservas individuais, segundo Schmitt (1998), os recursos no regime de capitalização são transferidos para um fundo financeiro com a finalidade de acumular para o pagamento de benefícios futuros. Deste modo, há constituição de reservas matemáticas apenas para os benefícios concedidos.

Figura 1: Regime de capitalização

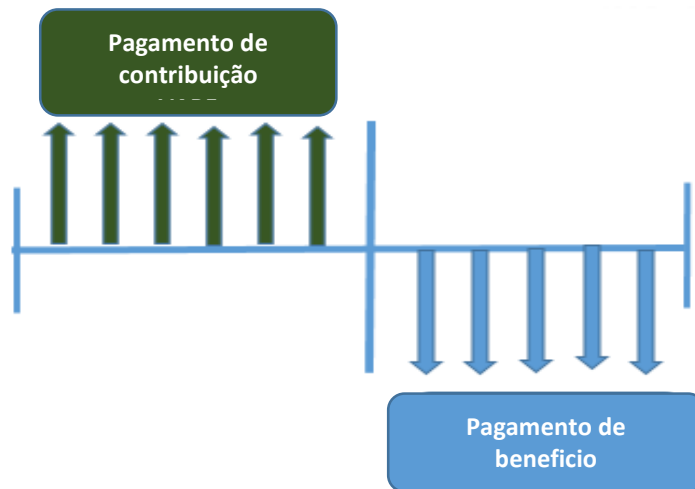


Fonte: adaptado Silva (2014)

As aplicações dos recursos das contribuições podem ser feitas no mercado financeiro, de capital e imobiliário. Este regime é obrigatório para o financiamento dos benefícios que sejam programados e continuados, e facultativo para os demais, de acordo com a portaria MPS Nº 464, de 19 de dezembro de 2018 artigo 1º p.9 “O Regime Financeiro de Capitalização será utilizado como o mínimo aplicável para o financiamento das aposentadorias programadas e as pensões por morte de aposentados.”

O regime de repartição de capital de cobertura é o regime o qual as contribuições pagas em um determinado período, deverão ser suficientes para constituir totalmente as reservas matemáticas de benefícios concedidos, que ocorram nesse mesmo exercício.

Figura 2: Regime de repartição de capital de cobertura



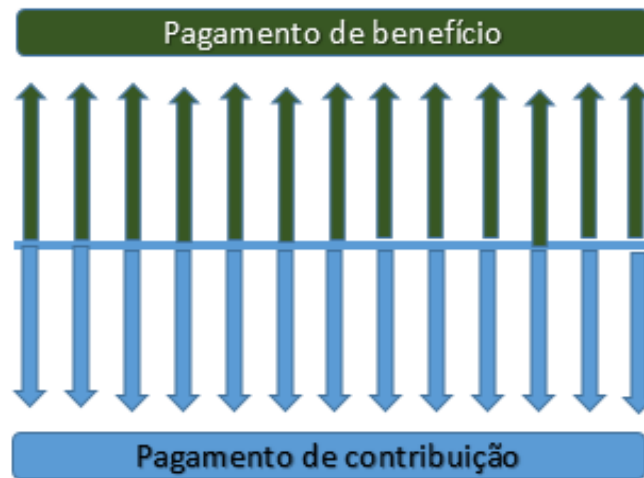
Fonte: adaptado Silva (2014)

No entender de Póvoas (1985), a expressão “capital de cobertura” significa a parte do montante das contribuições cobradas e devidamente capitalizados para garantir o pagamento dos benefícios. De acordo com Fagundes (2018), este regime tem por base a ideia de que as contribuições pagas sejam suficientes para formar a reserva matemática dos benefícios concedidos bem como suprir as ocorrências decorrentes nesse período.

Este regime de repartição é apropriado aos casos de pensões por morte e aposentadorias por invalidez de acordo com a portaria MPS Nº 403, de dezembro de 2008 artigo 2º p.4 “O Regime Financeiro de Repartição de Capitais de Cobertura será utilizado como o mínimo aplicável para o financiamento dos benefícios não programáveis de aposentadoria por invalidez e pensão por morte de segurados em atividade.”

Já o regime financeiro de repartição simples possui como princípio o mutualismo (CORDEIRO FILHO, 2014). Segundo Fagundes (2018), o regime não se preocupa com a formação de reservas, estando voltados apenas para o financiamento dos pagamentos correntes em determinado ano.

Figura 3: Regime de repartição simples



Fonte: adaptado Silva (2014)

Segundo Cordeiro filho (2014), as contribuições no regime de repartição simples são utilizadas para pagamentos de todas as aposentadorias, pensões e benefícios. Para Lima e Diniz (2016) as contribuições são determinadas para um período suficiente para dar cobertura aos benefícios atuais dos participantes.

Para Schmitt (1988), o regime de repartição simples é baseado na transferência direta de renda de trabalhadores para inativos, em um mesmo instante no tempo. Este regime é utilizado para financiar alguns benefícios, de acordo com a portaria MPS N° 403, de dezembro de 2008 artigo 3° p.4 “O Regime Financeiro de Repartição Simples será utilizado como mínimo aplicável para o financiamento dos benefícios de auxílio-doença, salário-maternidade, auxílio-reclusão e salário-família.”

Logo, os regimes próprios devem obedecer ao equilíbrio financeiro e atuarial. Segundo Fagundes (2018), as reavaliações são feitas para verificar se as metas atuariais foram alcançadas.

1.1.1 Métodos de custeio

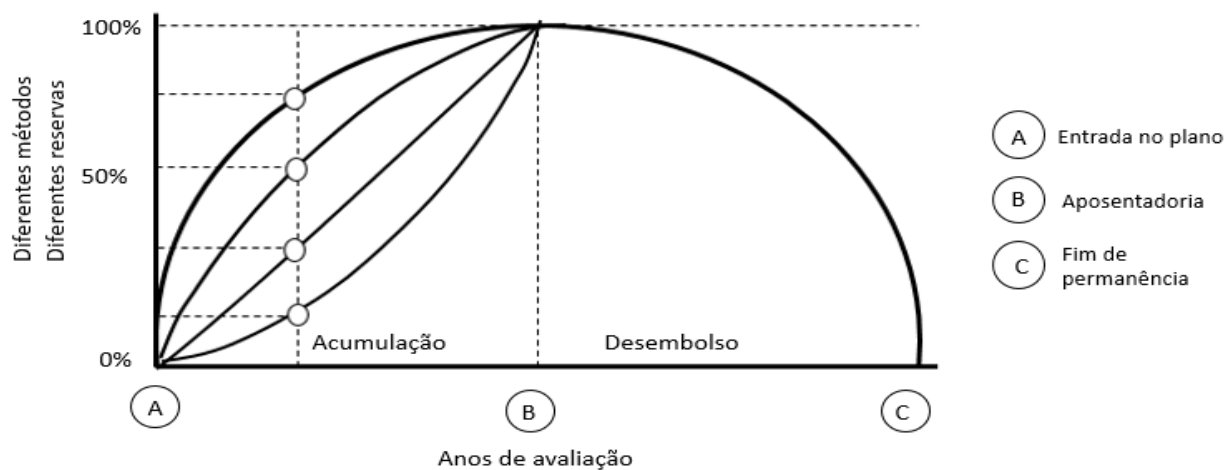
Os métodos de custeio são utilizados para a apuração dos custos dos benefícios desta forma constituir as reservas matemáticas. Segundo Reis (2014), os planos de custeio estabelecem as fontes de financiamento dos benefícios, indicando o montante de contribuição e o custeio é formatado com base em hipóteses atuariais.

Segundo a portaria MPS N° 464, de 19 de dezembro de 2018 anexo dos conceitos.

“Plano de custeio: conjunto de alíquotas normais e suplementares e de aportes, discriminados por benefício, para financiamento do plano de benefícios e dos custos com a administração desse plano, necessários para se garantir o equilíbrio financeiro e atuarial do plano de benefícios.”

Para Winklevoss (1993), há vários métodos para calcular o valor das contribuições e cada qual resulta em uma alíquota diferente a cada momento do tempo para uma população. No entanto, a reserva matemática na idade de aposentadoria deve ser o mesmo, independentemente do método de custeio.

Figura 4: Demonstração da acumulação de diferentes métodos



Fonte: Rodrigues (2008)

Uma dos métodos de custeio é conhecido como ‘benefício acumulado’, onde é definido primeiramente o benefício a ser acumulado da participante e depois é estimado o custo normal. Segundo Correa (2018), estes métodos possuem dois tipos: valor constante, onde o benefício de aposentadoria é proporcional ao tempo de serviço e percentual constante do salário, o qual o benefício acumulado é proporcional ao salário, considerando projeções de aumento salarial dos participantes.

A outra forma é conhecida como ‘custo acumulado’, em que é definido primeiramente o valor atuarial dos benefícios futuros (VABF) para poder definir o custo normal e o benefício do participante. Segundo Correa (2018), estes métodos possuem duas formatações, valor constante, no qual o custo normal é constante durante todo o período de contribuição e percentual do salário, o qual o custo normal será um percentual do salário.

Segundo Nogueira (2012), os métodos de custeio mais conhecidos do ‘benefício acumulado’ e ‘custo acumulado’ são: Crédito Unitário Tradicional (CUT), Crédito Unitário Planejado (CUP), Idade de entrada (IEN) e Agregado.

No método de crédito unitário tradicional é considerado que o benefício a ser concedido é dividido em parcelas iguais em todo o período de contribuição do participante e como o benefício acumulado é igual ao salário em ‘x’, não será projetado o salário. Sua velocidade de capitalização no início é menor que no fim do período de contribuição. (PAZ; PINTO, 2010)

No método de crédito unitário projetado leva-se em consideração o salário final do participante, diferente do crédito unitário tradicional. O seu benefício baseia-se na projeção do último salário e ele é concedido em parcelas iguais aos anos de filiação como participante ativo. (JARDIM,2010). Assim como no crédito unitário tradicional, a sua capitalização é menor no início e maior no final. (Nascimento,2018).

O método de idade normal de entrada possui um custo normal mais constante. (Nascimento, 2018). Segundo Jardim (2010), neste método o cálculo do custo normal é uniforme na data de admissão do participante para que o Valor Presente do Benefício Futuro seja amortizado até a data da concessão do benefício. Neste método a contribuição inicial é alta em comparação ao TUC e PUC. (ASSUNÇÃO, 2010)

No entender de assunção (2010) no agregado é considerado o cálculo dos custos normais para cada participante, obtendo um resultado agregado somando todos os custos normais individuais. Jardim (2010) afirma que o método agregado consiste em financiar todo o déficit no tempo de contribuição do participante restante até a idade que o mesmo irá aposentar.

2.2 Hipóteses atuarias

Neste tópico serão abordadas as hipóteses atuarias, que são bases para os cálculos atuarias, por elas se tratarem de pressupostos para eventos futuros (TROWBRIDGE,1989) e incertos, com isso estão passíveis a adaptações ao longo do tempo. Segundo o artigo 2º da resolução do IBA 02/2019 p.1 “As hipóteses atuariais representam o conjunto de parâmetros definidos para desenvolvimento de avaliação atuarial do compromisso dos planos de benefícios para com os seus participantes e assistidos e definição do plano de custeio.”

Segundo Reis (2014), as hipóteses atuarias são projeções que podem ou não serem confirmadas com o tempo, porém é necessária uma fundamentação técnica para a sua adoção. A escolha de hipóteses atuariais que não condizem com a realidade da população pode levar ao

incorreto dimensionamento dos custos, causando déficit ou superávit. Por outro lado, o uso de hipóteses conservadoras elevam os custos iniciais, porém diminuem o risco de haver custos crescentes e as menos conservadoras pode ocorrer problemas de solvência. (RODRIGUES,2008).

No Brasil essas hipóteses são classificadas em hipóteses demográficas e biométricas, econômicas e financeiras e genéricas. Sendo utilizadas para calcular o passivo atuarial, contribuições e custos dos benefícios, segue resumo.

Quadro 1: resumo das hipóteses atuariais e suas características

Biométricas	Demográficas	Econômicas	Financeiras
Tábua de Entrada em Invalidez	Hipótese sobre composição da família de pensionistas	Taxa de Inflação	Taxa Real Anual de Juros
Tábua de Mortalidade de Inválidos	Hipótese de Entrada em Aposentadoria	Projeção de Crescimento Real de Salário	
Tábua de Mortalidade Geral	Hipótese sobre Geração Futura de Novos Entrados	Projeção de Crescimento Real dos Benefícios do Plano	
Tábua de Sobrevivência	Hipótese de Desligamento	Projeção de Crescimento Real do Maior Salário de Benefício do INSS	
Tábua de Sobrevivência de Inválidos		Indexador do Plano	
Tábua de Morbidez			

Fonte: Resolução IBA 02/2016

2.2.1 Hipóteses Biométricas

As hipóteses biométricas correspondem às probabilidades de entrada em invalidez, mortalidade de inválidos, mortalidade geral, sobrevivência geral e dos inválidos e morbidez. Segundo a Norma atuarial nº1 do IBA – Seleção de hipóteses demográficas, biométricas e outras não-econômicas para mensuração de obrigações de um plano de benefícios, não é necessário limitar-se as probabilidades citadas.

No entender de Pinheiro (2007), há distinção sobre a mortalidade que se refere aos válidos e aos inválidos. Desta forma, as tábuas de mortalidade precisam simular a real

mortalidade de sua população. O uso da tabua incorreta pode acarretar em uma reserva matemática a maior ou a menor (RODRIGUES, 2008).

Nesse sentido, a Portaria nº 464, de 19 de novembro de 2018 impõe limites mínimos à utilização de cada tábua biométrica, visando preservar a solvência atuarial. Segundo o artigo 21 da seção 2 da portaria nº 464, de 19 de novembro de 2018 para analisar a taxa de sobrevivência de validos e inválidos a tabua o limite mínimo será a tabua anual de mortalidade do IBGE e para a entrada em invalidez o mínimo será a tabua de Álvaro Vindas.

Para Ribeiro (2010), as tábuas de invalidez são representadas pelas probabilidades de um indivíduo se invalidar e das probabilidades de um inválido vir a óbito. A hipótese entrada de invalidez calcula a probabilidade de uma pessoa ativa se invalidar. Benelli (2016) explica essa variável da seguinte maneira, a variável entrada de invalidez aponta a quantidade de indivíduos que estão exposto ao risco de ficar inválido antes do tempo de aposentadoria.

Para Pinheiro (2007), a invalidez impacta diretamente no custo das aposentadorias sendo assim, quando a probabilidade de se invalidar aumentar, a reserva matemática necessária para cobrir os benefícios previdenciários por invalidez irá aumentar.

A tabua de mortalidade geral e de sobrevivência são bases para os cálculos atuarias no qual há uma força de mortalidade para cada faixa etária. De acordo com Pinheiro (2005) a hipótese mortalidade dimensiona os valores atuais dos benefícios futuros (VABF) da aposentadoria e pensão por morte.

Bravo (2007) diz que a mortalidade se baseia em estatísticas demográficas em um determinado período. Segundo Moore (1958), a tabua de mortalidade possui dados de nascimentos e óbitos e neles são utilizadas estatísticas para a construção das tabuas.

E a tabua de morbidez é utilizada para o cálculo dos benefícios de auxílio-doença, no qual apresentara a probabilidade de uma faixa etária contrair alguma doença no qual irá necessitar no benefício.

1.1.1 Hipóteses Demográficas

As hipóteses demográficas são: composição da família de pensionistas, entrada em aposentadoria, geração futura de novos entrados e de desligamento. Segundo a Norma Atuarial nº1 do IBA– Seleção de hipóteses demográficas, biométricas e outras não-econômicas para mensuração de obrigações de um plano de benefícios, não é necessário limitar-se as probabilidades citadas.

A composição familiar tem a função de prever os pagamentos de pensões a dependentes dos participantes. Conforme Pinheiro (2005), esta hipótese é importante para o cálculo das reservas matemáticas das pensões futuras. Com esta hipótese é possível estimar as obrigações para com os dependentes dos que compõem o plano de benefício.

A hipótese de entrada em aposentadoria possui relação direta com as datas para elegibilidade fixadas pelo RPPS. Segundo Correa (2018), há como planejar o início da elegibilidade do benefício dos indivíduos analisando o tempo de contribuição, serviço, idade e aposentadoria compulsória.

A hipótese sobre geração futura de novos entrados representa o fluxo de novos ingressantes é o marco inicial para a contagem do tempo necessário para formação dos recursos. Para Pinheiro (2005), está hipótese expressa a entrada de novos participantes decorrente da saída por motivos de falecimento, aposentadoria, desligamento e entre outros.

A hipótese de desligamento é a diferença entre admissões e demissões (BENELLI,2016). Pinheiro (2007) informa que o desligamento está relacionado às demissões em relação à totalidade de empregados. Para Rodrigues (2008) está hipótese expressa a expectativa de desligamento ou de desistência do participante do plano de benefícios. Em suma, quanto maior a taxa de rotatividade, menor será a reserva matemática.

1.1.2 Hipóteses Econômicas e Financeiras

As hipóteses econômicas estão submetidas a assuntos macroeconômicas. Segundo Rodrigues (2008), deve-se haver uma visão macroeconômica, utilizando prognósticos baseados na economia e modelos econométricos consistentes para consolidar o modelo atuarial.

Para Benelli (2016), para escolher as hipóteses econômicas de longo prazo é necessário avaliar as que se apresentam menos voláteis e mais solidas conduzindo a um resultado mais linear.

A taxa de juros diz respeito a rentabilidade dos recursos aplicados para arcar com os compromissos futuros do plano. Pinheiro (2007) afirma que, a rentabilidade dos investimentos é dependente da gestão da carteira de aplicações formada pelo gestor do fundo de pensão.

O indexador de benefícios é um fator de correção nominal dos benefícios. Benelli (2016) informa que, o índice deve ter uma relação direta com o custo de vida para ajustar os benefícios. A legislação brasileira presume que há necessidade de que o este índice esteja claramente nos

regulamentos dos planos de benefícios. Os regulamentos devem ser flexíveis para que o índice possa ser revisado em casos de mudanças macroeconômicas. (RODRIGUES, 2008).

A hipótese do custeio administrativo ou indexador do plano equivale ao custo de gestão da entidade como informa a portaria nº 402/2008 no seu Art. 15.

“I - Será destinada exclusivamente ao custeio das despesas correntes e de capital necessárias à organização e ao funcionamento da unidade gestora do RPPS, inclusive para a conservação de seu patrimônio;

II - As despesas decorrentes das aplicações de recursos em ativos financeiros não poderão ser custeadas com os recursos da Taxa de Administração, devendo ser suportadas com os próprios rendimentos das aplicações.”

Podemos dizer que a utilização da taxa de inflação tem como objetivo analisar o valor real dos salários e benefícios a conceder e concedidos. (BENELLI, 2016). Segundo Pinheiro (2007, p.71) "quanto maior a perda inflacionária futura, menor poder aquisitivo terão as remunerações e os benefícios, e menor será, conseqüentemente, em termos reais, o valor atual dos benefícios futuros do plano de benefícios”.

A hipótese do crescimento salarial está relacionada ao efeito da inflação durante o período de acumulação dos recursos. Segundo Pinheiro (2007) quando o plano é determinado em função ao salário é necessário estimar os salários futuros. Este aumento pode ser devido ao mérito pessoal, carreira ou ganhos devido a produtividade.

2.3 Demonstrativo do resultado da avaliação atuarial

O demonstrativo do resultado da avaliação atuarial (DRAA) é o documento que resume as características e resultados de cada RPPS. No artigo 2º inciso VIII da portaria 403 de 10 de dezembro de 2008 p.2 informa que “VIII - Demonstrativo de Resultado da Avaliação Atuarial - DRAA: documento exclusivo de cada RPPS que registra de forma resumida as características gerais do plano e os principais resultados da avaliação atuarial.”

Essas características são segundo Costa (2015), a composição da população coberta, formação do regime, taxa de juros, alíquota de contribuição, assim como informações da administração, dentre outras.

Com o DRAA o gestor e o atuário poderão averiguar a saúde financeira do órgão, se há déficit, superávit ou o equilíbrio com o resultado atuarial no DRAA e assim, tomar decisões obedecendo os parâmetros mínimos da prudência. Para Guishiken et al (2002) o resultado atuarial corresponde a diferença entre passivo e ativo atuarial para saber se há déficit, superávit ou equilíbrio.

Figura 5: Resumo dos resultados atuariais

ATIVO	PASSIVO	ATIVO	PASSIVO	ATIVO	PASSIVO
PATRIMÔNIO CONSTITUIDO	RESERVA MATEMÁTICA	PATRIMÔNIO CONSTITUIDO	RESERVA MATEMÁTICA	PATRIMÔNIO CONSTITUIDO	RESERVA MATEMÁTICA
EQUILÍBRIO		DÉFICIT TÉCNICO		SUPERÁVIT TÉCNICO	
ATIVO = PASSIVO		ATIVO < PASSIVO		ATIVO > PASSIVO	

Fonte: adaptado Lima, 2016.

Como podemos perceber o equilíbrio ocorre quando o patrimônio constituído é igual a reserva matemática, quando há uma diferença entre eles, como o patrimônio constituído ser menor que a reserva matemática ocorre o déficit técnico e quando o patrimônio constituído é maior que a reserva matemática ocorre o superávit técnico.

Gushiken et al (2002) dividem a Reserva Matemática em:

- Reserva Matemática de Benefícios Concedidos - compromissos líquidos em relação aos segurados que estão recebendo o benefício;
- Reserva Matemática de Benefícios a Conceder - compromissos líquidos em relação aos segurados que ainda não estão recebendo o benefício;

Segundo Costa (2016) o valor presente é a soma dos pagamentos futuros do RPPS a data atual, a reserva matemática concedidos serão as somas das reservas necessárias para pagar os benefícios dos aposentados e pensionistas atuais a valor presente e a reserva matemática a conceder serão as somas das reservas necessárias para o pagamento dos futuros aposentados e pensionistas.

Para encontrar o resultado atuarial é necessário preencher estas informações:

Figura 6: Demonstração do resultado atuarial**DISCRIMINAÇÃO**

- (-) Valor presente dos benefícios futuros (aposentados)
- (+) Valor presente das contribuições futuras (aposentados)
- (-) Valor presente dos benefícios futuros (pensionistas)
- (+) Valor presente das contribuições futuras (pensionistas)
- (+) Valor presente das contribuições futuras (Ente)
- (+) Compensação Previdenciária

RESERVA MATEMÁTICA DE BENEFÍCIOS CONCEDIDOS (RMB - CONCEDIDOS)

- (-) Valor presente dos benefícios futuros
- (+) Valor presente das contribuições futuras - Servidores Ativos
- (+) Valor presente das contribuições futuras - Servidores Aposentados e Pensionistas
- (+) Valor presente das contribuições futuras - Ente sobre Ativos
- (+) Compensação Previdenciária

RESERVA MATEMÁTICA DE BENEFÍCIOS A CONCEDER (RMB a Conceder)

- (-) Reserva matemática de Benefícios Concedidos (RMBC)
- (-) Reserva matemática de Benefícios a Conceder (RMBaC)

RESERVA MATEMÁTICA (RMBaC + RMBC)

- (+) Ativo do Plano
- (+) Recursos fundo garantidor
- (+) Receitas oriundas do fundo garantidor

RESULTADO TÉCNICO ATUARIAL

Fonte: COSTA, Adilson Moraes 2016.

No qual será encontrado a Reserva Matemática de Benefícios Concedidos e a conceder e deduzindo isto dos ativos do plano, recursos do fundo garantidor e receitas destes fundos encontraremos o resultado técnico atuarial do plano.

São deduzidos o valor presente dos benefícios futuros (VPBF) de aposentados e pensionistas no RMB concedidos e no RMB a conceder é deduzido o VPBF dos ativos, o valor presente das contribuições futuras são as contribuições a valor de hoje. São somados o valor presente das contribuições futuras (VPCF) de aposentados, pensionista e do ente no RMB concedidos e no RMB a conceder dos ativos, aposentados, pensionistas e ente sobre os ativos.

A compensação previdenciária é a compensação entre os regimes previdenciários elas são somadas aos resultados das reservas. Os ativos dos planos são os patrimônios do RPPS e os recursos do fundo garantidor são os investimentos e as receitas oriundas do fundo são os rendimentos dos investimentos feitos pelo RPPS.

3 METODOLOGIA

3.1 Coleta e tratamento de dados

A presente pesquisa utilizará como população os Regimes Próprios de Previdência Social do Brasil. As informações necessárias dizem respeito ao Resultado Atuarial, características do plano e hipóteses atuariais dos RPPS's do Brasil nos anos de 2015 a 2018. Esses dados foram extraídos dos DRAA's por meio do site previdência.gov.

A partir de tabelas de dados em planilha eletrônica e do programa RStudio foram feitas análises descritivas, exploratórias, de agrupamento das hipóteses atuarias e regressões.

Vale ressaltar que foram filtrados para este trabalho os tipos de planos e massa, e estudou-se os planos previdenciários e a população civil, pois há diferenças nas leis previdenciárias para os civis e militares.

Foram filtrados também entes no qual as informações foram preenchidas incorretamente, inviabilizando a continuidade do estudo. Após essa filtragem inicial, possui 6.451 observações e logo em seguida foram filtrados os outliers¹ restando 5.170 observações e dentre elas há 1.871 entes no qual, nem todos possuem na nossa amostra os 4 anos em estudo, porém, como não estamos estudando o efeito do tempo, isto não afeta nosso resultado.

3.2 Análise descritiva dos dados

Esta análise é o primeiro passo para explorar os dados que foram utilizados no presente estudo. Reis (2002) informa que a estatística descritiva é utilizada para organizar, sintetizar e descrever os aspectos relevantes os dados observados e até mesmo compará-los.

Para as variáveis quantitativas discretas foram calculadas as estatísticas descritivas como as medidas de tendência, variabilidade e medidas de posição e para a variável qualitativa foi feita um quadro com os percentuais das frequências das tábuas.

¹ Outliers é uma observação com um valor atípico. Foi considerado neste trabalho para o outliers 3 desvios, tendo 99,73% dos dados contidos.

3.3 Análise exploratória dos dados

Esta análise foi utilizada para resumir os dados para melhor interpretação com métodos visuais. Foram feitos os gráficos a seguir: histograma e gráficos de dispersão.

O histograma foi utilizado para analisar a frequência dos dados, visualizar a simetria e as medidas de tendência central. Para Reis (2002), o histograma é aconselhável para uma quantidade de dados grandes, como qual é possível fazer comparações.

O gráfico de dispersão mostra a relação entre duas variáveis quantitativas deste modo poderemos analisar se há correlação positiva, negativa, perfeita apenas analisando segundo Triola (2008), o padrão dos pontos neste gráfico.

3.4 Análise de agrupamento das hipóteses atuarias

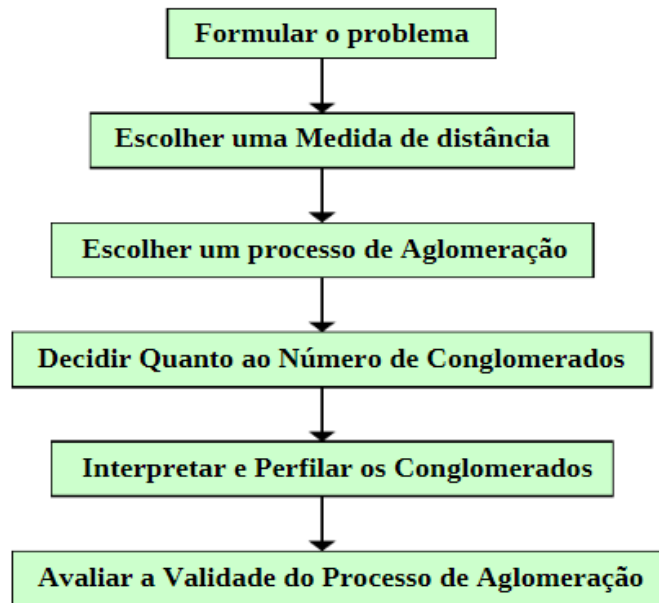
Após as análises descritivas e exploratórias dos dados foi feita uma análise de agrupamento das hipóteses atuarias para resumi-las em subgrupos.

A análise de agrupamento consistirá em agrupar as hipóteses atuarias de modo a maximizar a similaridade entre os indivíduos de um grupo. Para Backer e Jain (1981), nesta análise, os dados são divididos em subgrupos mais ou menos homogêneos.

Xu (2005) informa que é comum, na análise de agrupamentos, realizar uma série de tentativas e repetições do processo e que não há um mecanismo adequado e universal para a seleção de características. Esta análise será aplicada nas hipóteses atuarias contidas nos DRAA do Brasil, verificando quais são as semelhanças entre si.

Portanto, o primeiro passo da análise de agrupamento foi, a partir das hipóteses atuarias, escolher características semelhantes para construir os agrupamentos. Segundo Xu (2005), a seleção das características deve ser usada para identificar padrões que pertencem a grupos distintos e assim facilitar a extração e interpretação dos novos grupos. Para Roses (2001), pode-se basear em teoria ou intuição investigativa para escolher as características semelhantes.

Figura 7: Processo da análise de agrupamentos



Fonte: Malhotra (2001, pág. 528)

Em seguida, foi utilizado um algoritmo ‘*ClustofVars*’ para agrupar as hipóteses que possuem características em comum, calculando as medidas de similaridade entre as hipóteses. O algoritmo ‘*ClustofVars*’ emprega uma medida de distância para poder agrupar as hipóteses semelhantes, e deste modo as hipóteses com menor distância entre si estarão no mesmo agrupamento.

A medida de distância do pacote *ClusofVars* é a demonstrada abaixo:

$$d(A, B) = H(A) + H(B) - H(A \cup B) = \lambda^1_A + \lambda^1_B - \lambda^1_{A \cup B} \quad (1)$$

onde:

$H(A)$ é a homogeneidade do agrupamento ‘A’;

$H(B)$ é a homogeneidade do agrupamento ‘B’;

$H(A \cup B)$ é a união da homogeneidade do agrupamento ‘A’ e ‘B’;

λ^1_A é a variável sintética do grupo ‘A’;

λ^1_B é a variável sintética do grupo ‘B’;

$\lambda^1_{A \cup B}$ é a união das variáveis sintéticas do grupo ‘A’ e ‘B’;

E para calcular a homogeneidade dos agrupamentos quando há variáveis qualitativas e quantitativas, é a soma da correlação de Pearson para as quantitativas e a taxa de correlação a partir da frequência para as variáveis qualitativas e a homogeneidade é atingida ao máximo quando a correlação com a variável sintética é 1.

Em seguida, foram escolhidos o processo e a quantidade de agrupamentos. Xu (2005) informa que existem dois tipos de processos de agrupamentos: hierárquicos e não-hierárquicos e cada um destes processos possuem vários métodos.

O hierárquico possui uma estrutura em forma de árvore e a não- hierárquica determina um agrupamento de centro e depois agrupará as hipóteses pela distância entre o agrupamento de centro. Neste trabalho, foi utilizado os dois processos de formação dos agrupamentos.

No hierárquico no qual foram formados agrupamentos e as hipóteses atuariais foram agrupadas em agrupamentos cada vez maiores, possuindo no final o formato de uma árvore. Estes agrupamentos foram formados com a intenção de minimizar a variância dentro do próprio grupo, por fim, foram vistos a quantidade de agrupamento que foram formados. E no não-hierárquico será utilizado para melhor definir os agrupamentos.

A etapa de validação dos agrupamentos foi o processo de análise estatística. Para Xu (2005), os critérios da avaliação eficazes são importantes para fornecer grau de confiança na construção dos agrupamentos. Malhotra (2001) informa algumas formas de minimizar as dúvidas sobre o processo de análise dos agrupamentos, uma delas é retirar algumas variáveis aleatórias e repetir o processo, outro método é de separar os dados aleatoriamente em duas partes e comparar os resultados.

Para interpretar os resultados, avaliou-se, por meio da correlação quadrática, como as hipóteses atuariais se agruparam. Neste trabalho, foi feita a análise de agrupamentos pelo método hierárquico o qual organiza um conjunto de dados em uma estrutura hierárquica de acordo com a similaridade das hipóteses. Seu resultado é apresentado como uma estrutura aninhada em forma de árvore (XU, 2005). Essa estrutura foi cortada em diferentes níveis de acordo com o número de agrupamentos viáveis.

3.5 Modelo de Regressão do Resultado Atuarial

O modelo de regressão utilizado foi o de regressão linear multivariado na qual a variável explicada depende de duas ou mais variáveis explicativas, chamadas também de covariáveis, e que o modelo seja linear em relação aos parâmetros (GUJARATI,2011). A variável explicada

foi o resultado atuarial, enquanto as variáveis explicativas foram os agrupamentos formados a partir da técnica discutida na seção 3.4.

A equação genérica para este trabalho está descrita a seguir:

$$Y_i = \alpha + \sum_{j=1}^m \beta_j A_i + \varepsilon_i \quad (2)$$

Em que,

Y_i representa o Resultado Atuarial para cada RPPS;

α é a constante;

A_i são as covariáveis representadas pelos agrupamentos;

β_j os coeficientes lineares dos agrupamentos;

ε_i o erro.

Além disso, foram acrescentadas variáveis de controles que podem possuir capacidade explicativa, tais como: Benefícios, Folha, Idade média dos participantes e razão de homens.

Portanto, a equação do modelo final foi a seguinte:

$$Y_i = \alpha + \sum_{j=1}^m \beta_j A_i + \beta_{m+1} \text{Benef}_i + \beta_{m+2} \text{Folha}_i + \beta_{m+3} \text{Id. med}_i + \beta_{m+3} \text{razão}_i + \varepsilon_i \quad (3)$$

A partir do modelo (3) é possível analisar o comportamento dos agrupamentos e das variáveis de controle em relação à variável dependente, Resultado atuarial, investigando assim o impacto que os agrupamentos das hipóteses atuariais geram no resultado. Segundo Gujarati (2011), com a regressão estima-se o grau de associação entre a variável dependente e as “n” variáveis explicativas, analisando a direção e a magnitude dessa associação.

O método de estimação dos parâmetros das regressões neste trabalho foi o de mínimos quadrados ordinários (MQO). Este modelo estima os valores dos parâmetros que minimizam a soma dos quadrados dos desvios (GUJARATI,2011).

Como análise de sensibilidade, estima-se uma regressão com todas as hipóteses atuariais contidas nos DRAA’s dos RPPS’s do Brasil para os anos de 2015 à 2018.

$$Y_i = \alpha + \sum_{j=1}^m \beta_j D_i + \sum_{j=m+1}^p \beta_j B_i + \sum_{j=p+1}^k \beta_j F_i + \sum_{j=k+1}^h \beta_j E_i + \beta_{h+1} \text{Benef}_i + \beta_{h+2} \text{Folha}_i + \beta_{h+2} \text{Id. med}_i + \beta_{h+2} \text{razão}_i + \varepsilon_i \quad (4)$$

Em que,

Y_i é a variável dependente resultado da avaliação atuarial;

α é a constante;

D_i são as hipóteses demográficas;

B_i são as hipóteses biométricas;

F_i são as hipóteses financeiras;

E_i são as hipóteses econômicas;

$Benef_i$ é o total dos benefícios;

$Folha_i$ é o total da folha de pagamento;

$Id.med_i$ é a idade média total;

$razão_i$ é a razão de homens sobre mulheres;

β_i representa o coeficiente para cada covariável;

ε_i será o erro;

Esta última regressão permite analisar o comportamento das hipóteses atuariais separadamente em relação ao resultado atuarial. Deste modo, estima-se se as relações são positivas ou negativas e fracas ou fortes. Em seguida, utilizou-se o R^2 ajustado como critério de qualidade de ajustamento do modelo, para comparar qual dos dois modelos (3) ou (4) apresenta o melhor ajustamento. A partir desse resultado, tem-se a indicação se a técnica apresenta alguma vantagem informacional em relação ao procedimento de análise com todas as hipóteses atuariais.

4 RESULTADOS

Neste tópico são apresentados os principais resultados obtidos de acordo com a metodologia citada. Os resultados foram divididos em três grupos: Análise descritiva e exploratória dos dados, análise de agrupamentos e modelo de regressão.

4.1 Análise Descritiva

A partir da Tabela 1, observa-se que o resultado atuarial médio foi superavitário, pois 71% da amostra apresentou superávit, 19% equilíbrio e 10% déficit.

Tabela 1: Proporção do Resultado Atuarial

ANOS	DEFICIT	EQUILIBRIO	SUPERAVIT	TOAL
%	10%	19%	71%	100%

Fonte: Elaboração própria

Analisando o máximo e mínimo do superávit e do déficit, foi visto que o valor do maior déficit ocorreu no Governo do Estado de Minas Gerais em 2016 e o menor déficit na amostra foi em Heitorai em Goiás no ano de 2018. O maior superávit foi em Nova Bassano no Rio Grande do Sul em 2016 e o menor superávit foi em 2017 em Itaguru - Goiás. Em média, o valor do superávit é maior que a soma do déficit nos anos de 2015 a 2018.

Tabela 2: Estatística descritiva do Resultado Atuarial

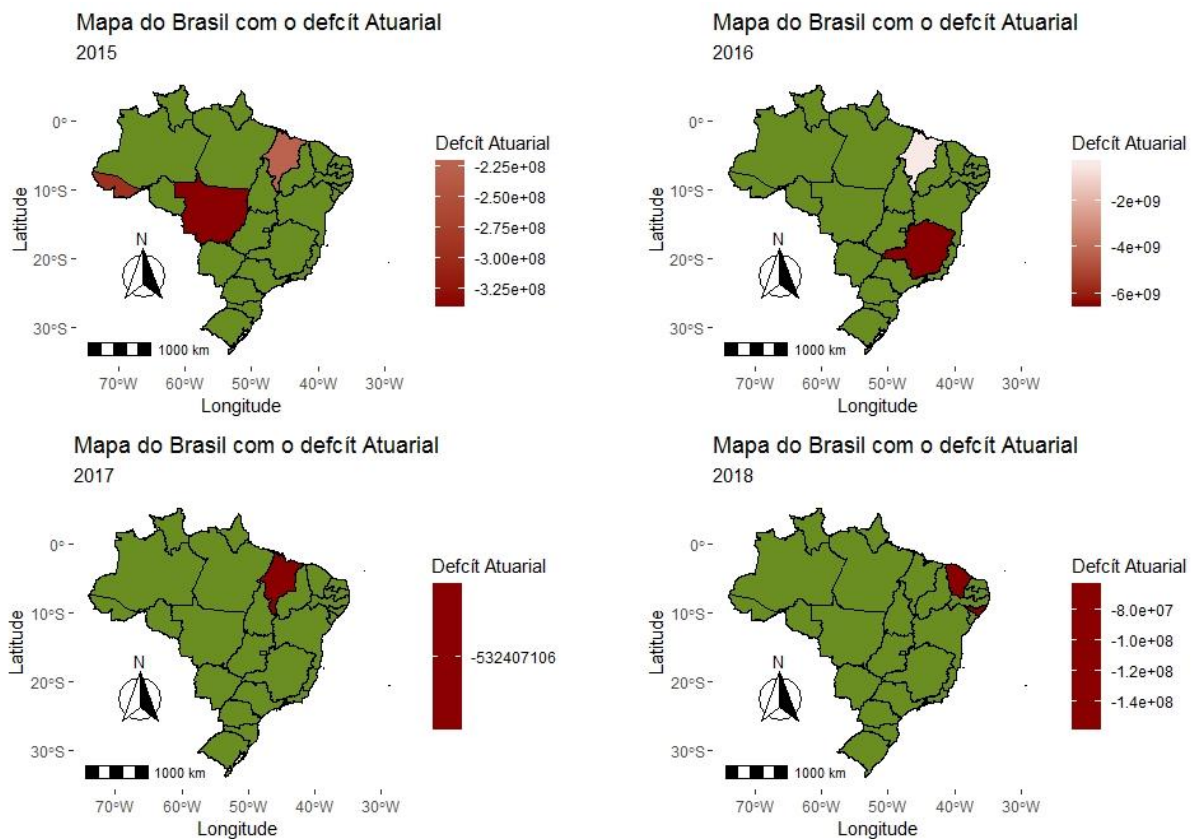
	DEFICIT	EQUILIBRIO	SUPERAVIT
Mediana	-800.120,07	0	1.722.560,08
Mínimo	-7.075.209.587,65	0	804,95
Máximo	-1.910,49	0	1.161.106.692,03
Média	-21.743.610,01	0	7.832.146,78
Desvio Padrão	290.966.361	0	34.661.203,91
Coefficiente de variação	-1338%	0	443%

Fonte: Elaboração própria

Foi calculado o valor total dos déficits e superávit da amostra e visto que o valor do déficit total é de -R\$ 31.045.204.153,20 e o do superávit R\$ 43.982.972.262,00 uma diferença de R\$ 12.937.768108,80.

Para visualizar a distribuição do resultado atuarial no Brasil, foi feito um mapa no Rstudio no qual foi feita a soma dos resultados atuarias por Unidade da Federação, quanto mais escuro o vermelho maior é o valor total do déficit. Foi percebido que para o ano de 2015, 3 estados tiveram déficit no plano previdenciário de população civil sendo eles: Mato Grosso, Acre e Maranhão. Para os anos de 2016 foram os estados de Minas Gerais e Maranhão, 2017 foi apenas o Maranhão que continuou deficitário, ao passo que para o ano de 2018 o Ceará foi o estado deficitário da amostra deste estudo.

Figura 8: Mapa do Brasil com o Resultado Atuarial



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados obtidos nos DRAA's

A Tabela 3 apresenta a análise descritiva da quantidade de homens e mulheres e podemos perceber que em média a quantidade de mulheres é superior ao dos homens assim como o seu máximo e vemos também que em ambos a variabilidade da quantidade é alta sendo o das mulheres superior ao dos homens.

Vê-se que, em média a quantidade de mulheres é maior que a dos homens assim como o seu máximo, porém o coeficiente de variação das mulheres é maior que a dos homens.

Percebe-se também que em ambos a variabilidade da quantidade é alta sendo o das mulheres superior que a dos homens.

A quantidade de mulheres ser superior que a dos homens reflete na previdência social pois, as mulheres possuem uma expectativa de vida superior que a dos homens e elas possuem tempo de contribuição menor que a dos homens. Em outras palavras, segundo Alves (2010), o sexo masculino possui uma expectativa de vida menor que das mulheres e a taxa de atividade ² maior.

Tabela 3: Estatística descritiva da quantidade de Homens e Mulheres

	Quantidade de homens	Quantidade de mulheres
Mínimo	0	0
Máximo	111.188	372.375
Média	401	903
Mediana	152	313
Desvio Padrão	2015	5824
Coef. De variação	503,16%	645%

Fonte: Elaboração própria

A Tabela 4 apresenta, em ordem decrescente, as tábuas biométricas utilizadas para os cálculos atuarias dos RPPS. A única tábua que não foi utilizada nessa amostra foi a tábua do IBGE 2015 de ambos os sexos e a tábua mais utilizada foi a de Álvaro Vindas que é habitual para os cálculos de entrada de invalidez.

Tabela 4: Porcentagem da quantidade utilizada das tábuas

TÁBUA	%
Álvaro Vindas	33,0%
Outras	30,5%
IBGE 2012 (Ambos os sexo)	8,5%
IBGE 2013 (Ambos os sexo)	5,7%
IBGE 2014 (Ambos os sexo)	4,6%
IBGE 2016 (Ambos os sexo)	4,3%
Hubbard Laffite	3,5%
AT.2000	2,2%
Samuel.Dumas	2,0%
IBGE 2016 (Masculina)	1,1%
IBGE 2012 (Masculina)	0,9%

² Taxa de atividade: porcentagem da divisão da População Economicamente Ativa (PEA) pela População em Idade Ativa (PIA).

TÁBUA	%
IBGE 2014 (Masculina)	0,8%
IBGE 2013 (Masculina)	0,8%
AT.83	0,6%
IBGE 2015 (Masculina)	0,6%
Kinkelin	0,5%
IAPB 57	0,2%
IBGE 2015 (Ambos os sexo)	0,0%
Total	100%

Fonte: Elaboração própria

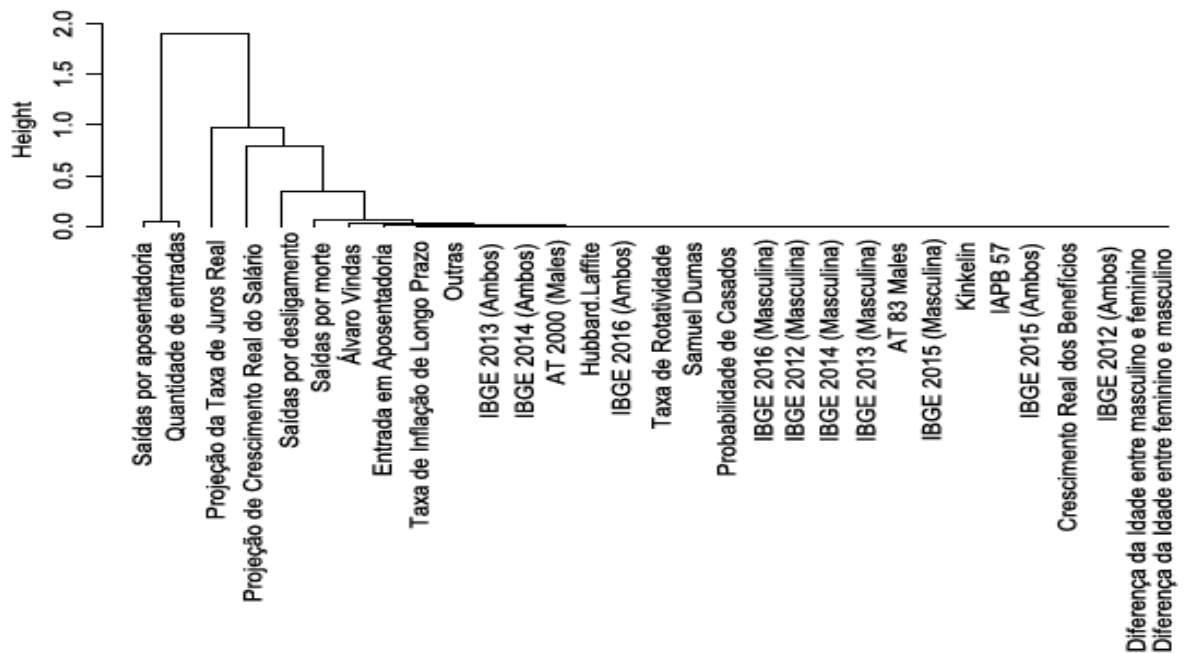
Foram feitas as estatísticas descritivas das 13 hipóteses atuariais utilizadas na construção dos agrupamentos, assim como das variáveis de controle as quais foram agregadas na regressão deste estudo e o histograma do Resultado Atuarial. (APENDICE A)

4.2 Análise de Agrupamentos

Foi feita a análise de agrupamentos com o pacote ‘ClustOfVar’ da linguagem de programação *R* que permite variáveis qualitativas e quantitativas. A seguir foi possível analisar o dendograma das 31 variáveis das hipóteses atuariais, para uma análise visual dos possíveis agrupamentos desta análise, esta forma de agrupar as hipóteses atuariais visualmente é o método hierárquico.

Ao analisar o dendograma, conseguiu-se visualizar que ao criar mais de dois grupos a hipótese de projeção da taxa de juros real ficou isolada um grupo, ou seja, no método hierárquico foi escolhido a formação de apenas dois agrupamentos.

Figura 9: Dendograma das hipóteses



Fonte: Elaboração própria

Testou-se ainda a criação de 2, 3, 4 e 5 grupos, e foi verificado que, a partir de 3 grupos 1 ou mais agrupamentos apresentou apenas uma hipótese. Esse agrupamento se relacionava 100% com a variável sintética criada. Dessa forma, percebeu-se que a criação de 2 grupos foi a melhor configuração, haja vista ambos possuíam pelo menos 2 variáveis.

Em seguida, foi feita a análise não-hierárquica (algoritmo *kmeans*) com 2, 3, 4 e 5 grupos, e semelhante ao método hierárquico, mais de 2 agrupamentos gerou pelo menos um agrupamento com apenas uma variável.

Na tabela 5 abaixo, mostra as variáveis que constaram nos agrupamentos 1 e 2 respectivamente, 29 e 2 variáveis em cada grupo, desta forma vimos que todas as tábuas ficaram em um cluster e que o cluster 2 é formado por saídas por aposentadoria e quantidade de entradas no plano e as suas correlações ao quadrado em relação a variável sintética criada nos grupos.

Tabela 5: Correlação quadrática

Grupo – 1	
Correlação quadrática	
Samuel Dumas	0.99899414
Projeção da Taxa de Rotatividade	0.99899213
IBGE 2016 (Masculina)	0.99898497
IBGE 2015 (Masculina)	0.99898422
IBGE 2014 (Masculina)	0.99898276
IBGE 2013 (Masculina)	0.99898268
IBGE 2012 (Masculina)	0.99898210
AT 83 Males	0.99898108
Kinkelin	0.99898051
IBGE 2015 (Ambos)	0.99897807
AT 2000 Males	0.99897571
IAPB 57	0.99897435
Projeção de Crescimento Real dos Benefícios do Plano	0.99897433
Probabilidade de Casados	0.99897416
Hubbard Laffite	0.99897307
IBGE 2016 (Ambos)	0.99896260
IBGE 2014 (Ambos)	0.99895558
IBGE 2013 (Ambos)	0.99894085
IBGE 2012 (Ambos)	0.99892634
Diferença da Idade entre titular feminino e cônjuge masculino	0.99884638
Diferença da Idade entre titular masculino e cônjuge feminino	0.99856189
Outras	0.99743898
Projeção da Taxa de Inflação de Longo Prazo	0.99543629
Hipótese Adotada para Entrada em Aposentadoria	0.99391435
Álvaro Vindas	0.97407786
Quantidade de saídas por morte	0.94877909
Quantidade de saídas por desligamento	0.66509924
Projeção de Crescimento Real do Salário	0.21735786
Projeção da Taxa de Juros Real para o Exercício	0.02655751
Grupo – 2	
Correlação quadrática	
Quantidade de entradas	0.9747047
Quantidade de saídas por aposentadoria	0.9747047

Fonte: Elaboração própria

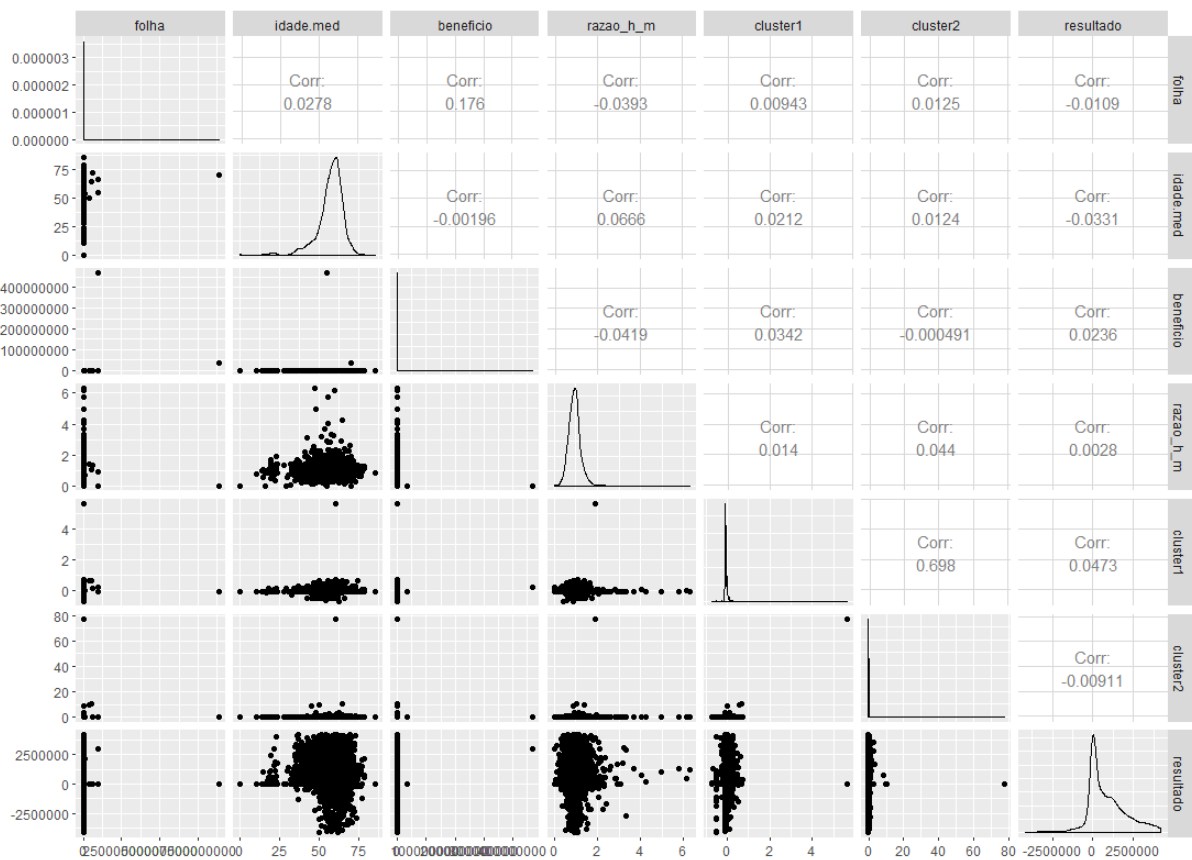
Nota-se que no primeiro grupo (Tabela 5), apenas 3 variáveis possuem correlação quadrática menor que 0,90, implicando que há pouca homogeneidade entre elas e a variável sintética do agrupamento 1, sendo elas, quantidade de desligamento (0,67), projeção de crescimento real do salário (0,22) e projeção da taxa de juros real (0,03). No grupo 2, a correlação das duas variáveis com a sintética foi o mesmo valor (0,97).

Assim, verificou-se que há uma elevada homogeneidade entre as hipóteses atuariais. Por isso a formação de apenas dois grupos e a correlação ao quadrado das hipóteses com a variável sintética de cada grupo são altas. Esta homogeneidade pode ser acarretada pelos aspectos impostos pela legislação que fixam parâmetros mínimos para as escolhas das hipóteses atuariais e pelo fato de que os RPPS fixam hipóteses atuariais de forma muito semelhante por conta as similaridade das características da massa dos planos, ou pelo fato de que essas premissas levam à redução do custo previdenciário ou até mesmo a má execução da análise das hipóteses atuariais por parte do técnico

4.3 Modelo de Regressão

Antes de rodar a regressão, foi feita uma análise de correlação das variáveis de controle, os agrupamentos e o resultado atuarial, assim como sua distribuição e dispersão. Segue abaixo a figura desta análise.

Figura 10: Correlação e distribuição das variáveis



Fonte: Elaboração própria

Pode-se perceber com a figura 10, que nenhuma das variáveis possuem uma correlação forte, apenas o agrupamento 1 (*cluster 1*) com o agrupamento 2 (*cluster 2*) que possui uma correlação moderada (0,698), pois como foi dito as hipóteses são fixadas de formas muito semelhantes e os agrupamentos foram feitos com as hipóteses atuariais que se completam em conjunto. As variáveis Folha de pagamento, Benefícios totais e os dois agrupamentos possuem uma distribuição concentrada nos eixos x e y.

Para cumprir o que foi proposto no objetivo do trabalho de investigar o impacto dos agrupamentos das hipóteses no resultado atuarial, foi feita uma regressão linear múltipla com os dois agrupamentos que foram feitos na etapa anterior e logo em seguida foi feito o teste para verificar se a variância do termo do erro é constante com o teste de *Breusch-Pagan* e vimos que há o problema de heterocedasticidade pois, o seu p-valor foi de 0,0001363, menor que 5%, rejeitando a hipótese nula de que o termo do erro possui uma variância constante, a regressão pode ser consultada no Apêndice B.

Logo após a descoberta do erro, foi corrigido o modelo 1 utilizando uma matriz robusta para heterocedasticidade, encontrando o resultado mostrado abaixo no quadro 2.

Quadro 2: Modelo 1 de regressão com os agrupamentos

	Estimativa	Erro padrão	Valores - t	P-valor
Intercepto	1171393,013	118353,426	9,897	6,82E-23 ***
Cluster 1	1114200,173	243274,651	4,580	4,76E-06 ***
Cluster 2	-91190,157	37731,267	-2,417	1,57E-02 *
razão_h_m	28084,928	47553,916	0,591	5,55E-01
Idade média	-5193,088	1968,542	-2,638	8,36E-03 **
Folha	0,000	0,003	-0,050	9,60E-01
Benefício	0,004	0,535	0,008	9,94E-01

Fonte: Elaboração própria

O R^2 ajustado do modelo foi de 0,006368, indicando que as variáveis independentes apresentaram baixo poder de explicação as variações do Resultado Atuarial, concluindo que há outros fatores que explicam o resultado atuarial. Dito isto, nota-se que os dois agrupamentos, *ocluster 1* e *cluster 2*, foram significativos estatisticamente junto com o intercepto e a variável de controle que representa a idade média dos participantes da amostra.

Podemos analisar então o comportamento destas variáveis, a cada unidade que aumenta do agrupamento 1, acresce R\$ 1.114.200,17 no resultado atuarial, enquanto no grupo 2, o aumento marginal apresentou uma redução de R\$ 91.190,16 no valor do Resultado Atuarial. No que diz respeito à idade média, o seu aumento marginal reduz o resultado atuarial em R\$ 5.193,09.

Vale ressaltar, que foram estimadas duas regressões e os seus resultados podem ser consultados no Apêndice C. Ao utilizar apenas o agrupamento 2 no modelo, o seu coeficiente se tornou insignificante estatisticamente.

Para complementar o trabalho, estimou-se uma regressão com todas as hipóteses e as variáveis de controle utilizadas no modelo 1 e da mesma forma do modelo apresentado no quadro 7, apresentou heterocedasticidade. Foi realizada a correção desse problema e foi observado um R^2 ajustado de 0,08145 nesse modelo sem os agrupamentos das hipóteses.

Assim como o modelo 1, neste modelo com todas as hipóteses e as 4 variáveis de controle, apenas a idade média foi significativa e das hipóteses atuariais as seguintes variáveis, foram significativas e de relação negativa com o Resultado Atuarial desta forma a cada 1 aumento que ocorre nas hipóteses diminui-se o resultado atuarial em “x” valor: Crescimento real dos benefícios do plano (-379.645,91), probabilidade de casado (-629.862,16), At 2000(-297.836,65), Hubbard Laffite(-537.534,53), IBGE 2012 – Masculino (-306.659,81), IBGE 2014 – Ambos(-149.144,64), Outras (-588.270,31).

Ainda, foi observado que as variáveis taxa de inflação a longo prazo, diferença da idade entre masculino e cônjuge feminino, diferença da idade entre feminino e conjugue masculino, IBGE 2014 – Masculino e IBGE 2015 – Masculino demonstraram coeficientes estatisticamente significativos e relação positiva com a variável dependente. Desta forma a cada 1 aumento que ocorre nas hipóteses aumenta-se o resultado atuarial em “x” valor: Taxa de inflação a longo prazo (17.167,67), diferença da idade entre masculino e cônjuge feminino, (41.467,37), diferença da idade entre feminino e conjugue masculino (96.198,60), IBGE 2014 – Masculino (766.452,74), IBGE 2015 – Masculino (306.580,38) (Tabela constante no Apêndice D).

Comparando o R^2 ajustado como critério de qualidade de ajustamento do modelo, conclui-se que o modelo sem os agrupamentos apresenta o melhor ajustamento.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve por objetivo observar como se relacionam os agrupamentos das hipóteses atuariais e o resultado atuarial dos RPPS do Brasil no período de 2015 a 2018. Este estudo foi motivado pela crescente discussão em relação à previdência como dito na justificativa.

Quanto à análise descritiva, observou-se que no plano previdenciário de população civil, proporcionalmente e numericamente o superávit é maior que o déficit e o equilíbrio atuarial que segundo Nogueira (2012), é o objetivo dos RPPS's, chegando a 71% do resultado superavitário e quantitativamente a diferença do total do déficit e superávit na nossa amostra é de R\$ 12.937.768108,80.

A partir da análise de agrupamentos, percebeu-se que com as 31 variáveis das hipóteses atuariais foi possível criar apenas dois grupos e que em um deles possuía 29 dessas 31 variáveis com apenas quantidade de desligamento, projeção de crescimento real do salário e projeção da taxa de juros real com uma correlação quadrática pequena com a variável sintética do agrupamento e o segundo grupo, as duas variáveis possuem a mesma relação com a variável sintética do seu grupo e em ambos os grupos a correlação das hipóteses com a variável sintética é quase 1 mostrando que há uma elevada homogeneidade no agrupamento.

Com esta análise dos agrupamentos, conclui-se que os atuários podem utilizar as hipóteses semelhantes nos entes por motivos da legislação que impõem limites para as hipóteses atuarias, pelo princípio da prudência e pelo conjunto das hipóteses escolhidas diminuírem o custo do plano previdenciário.

No que diz respeito ao modelo de regressão, foi possível investigar a relações dos agrupamentos com o resultado atuarial. O grupo 1 (29 variáveis) mostrou uma relação positiva com o resultado atuarial e o grupo dois (2 variáveis) uma relação negativa ressaltando que ambos foram estatisticamente significativos. A outra variável que foi significativa em ambos os modelos foi a idade média dos participantes cujo impacto no resultado atuarial foi negativo, demonstrando coerência com a teoria.

O aumento da idade dos participantes direcionou um aumento no custo do plano e ainda é possível perceber na análise descritiva que a quantidade de mulheres em média na nossa amostra é maior que a dos homens e Segundo Salgado (2002), as mulheres em média vivem mais que os homens, aumentando o custo do plano e a reserva necessária para pagamentos dos participantes do plano.

Igualar a idade de aposentadoria de ambos os sexos, ainda não seria a solução pois, a sobrevida da mulher é superior que a dos homens, assim como afirma Constanzi (2017), que do ponto de vista técnico, mesmo que a aposentadoria de ambos os sexos fosse da mesma idade, a duração média dos benefícios concedidos a mulheres seria superior ao dos homens.

Dito tudo isto, pode-se concluir que as hipóteses biométricas, demográficas, econômicas e financeiras possuem em conjunto significância para o resultado atuarial, mas não explicam muito a variação do resultado, porém, é relevante a escolha de como serão preenchidas estas hipóteses obedecendo sempre a legislação e o princípio da prudência.

Vale ressaltar que este trabalho há limitações, podendo apresentar falhas no modelo pela qualidade dos dados obtidos, que podem ser questionadas, apesar de ter sido feito um tratamento nos dados, os mesmos possuíam muitas informações incoerentes e pode-se dizer que há alguns fatores omitidos neste estudo, como a qualidade da gestão e o risco de crédito dos patrocinadores.

Foi visto também que o R^2 do modelo sem os agrupamentos possui o melhor ajustamento, indicando que a técnica não apresenta vantagem explicativa em relação ao procedimento de análise com todas as hipóteses atuariais.

Outros estudos podem ser realizados como complementares a este, algumas sugestões de trabalhos futuros: Aplicar este estudo em uma regressão em painel controlando para efeito fixo; Avaliar o efeito temporal; Fazer uma comparação dos resultados por ano; Fazer um estudo sobre o plano financeiro da população civil e comparar o resultado entre os dois resultados.

REFERÊNCIAS

AFONSO, LUÍS EDUARDO; FERNANDES, REYNALDO. Uma estimativa dos aspectos distributivos da previdência social no Brasil. **Rev. Bras. Econ.**, Rio de Janeiro, v. 59, n. 3, p. 295-334, Set .2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-71402005000300001&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 07 Ago. 2018.

ALVES, J. E. D; CARVALHO, A. A. Estrutura etária, bônus demográfico e população economicamente ativa no Brasil: cenários de longo prazo e suas implicações para o mercado de trabalho. Brasília, DF: **CEPAL**. Escritório no Brasil/IPEA, 2010.

ASSUNÇÃO, RENATO. Financiamento e Custeio em Planos de Previdência. In: **comissão nacional de atuária**. Coletânea de Artigos sobre Tábuas de Mortalidade, Taxas de Juros e Métodos de Financiamento. Superintendência Nacional de Previdência Complementar – Previc. MPS, 2010. 295-332

BARBOSA FILHO, FERNANDO DE HOLANDA. A crise econômica de 2014/2017. **Estud. av.**, São Paulo, v. 31, n. 89, p. 51-60, Abr. 2017 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142017000100051&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 19 Ago. 2018.

BENELLI, P. M., SIVIERO, P. C. L., & COSTA, L. H. (2016). Estudo Sobre as Premissas Atuariais no Âmbito dos Fundos de Pensão. **Revista Brasileira de Risco e Seguro**, 2016, p. 153–188.

BOGONI, NADIA MAR; FERNANDES, FRANCISCO CARLOS. Gestão de risco nas atividades de investimento dos regimes próprios de previdência social (RPPS) dos municípios do estado do Rio Grande do Sul. **REAd-Revista Eletrônica de Administração**, v. 17, n. 1, p. 117-148, 2011.

BRASIL, **Constituição (1988)**. Constituição da República Federativa do Brasil: texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com alterações adotadas pelas Emendas constitucionais nºs 1/1992 a 88/2015, pelo Decreto legislativo nº 186/2008 e pelas Emendas constitucionais de revisão nºs 1 a 6/1994. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/topicos/1160355/artigo-201-da-constituicao-federal-de-1988>> . Acesso em: 17 junho. 2019.

BRASIL. **Constituição (1988)**. Emenda constitucional n.20, de 5 de julho de 2005. Altera os arts. 37, 40, 195 e 201 da Constituição Federal, para dispor sobre a previdência social, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 06 jul. 2005. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/Emendas/Emc/emc47.htm>. Acesso em: 19 mai. 2019

BRASIL. Ministério da Previdência Social. **Portaria nº 403, de 10 de dezembro de 2008**. Dispõe sobre as normas aplicáveis às avaliações e reavaliações atuariais dos Regimes Próprios de Previdência Social - RPPS da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios,

define parâmetros para a segregação da massa e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 12 de dezembro de 2008. Disponível em <<http://sa.previdencia.gov.br/site/2018/11/PORTARIA-MPS-no-403-de-10dez2008-atualizada-ate-29dez2014-REVOGADA.pdf>>. Acesso em: 17 mai. 2019.

BRASIL. Ministério da Previdência Social. **Portaria nº 464, de 19 de novembro de 2018.** Dispõe sobre as normas aplicáveis às avaliações atuariais dos regimes próprios de previdência social - RPPS da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios e estabelece parâmetros para a definição do plano de custeio e o equacionamento do déficit atuarial. Diário Oficial da União, Brasília, 20 de novembro de 2018. Disponível em <<http://sa.previdencia.gov.br/site/2018/11/PORTARIA-MF-no-464-de-19nov2018-publicada.pdf>>. Acesso em: 17 mai. 2019.

BRASIL. Ministério da Previdência Social. **Portaria nº 402, de 10 de dezembro de 2008.** Disciplina os parâmetros e as diretrizes gerais para organização e funcionamento dos regimes próprios de previdência social dos servidores públicos ocupantes de cargos efetivos da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, em cumprimento das Leis nº 9.717, de 1998 e nº 10.887, de 2004. Diário Oficial da União, Brasília, 04 de setembro de 2018. Disponível em <<http://sa.previdencia.gov.br/site/2018/09/Portaria-MPS-no-402-de-10dez2008-atualizada-04set2018.pdf>>. Acesso em: 17 mai. 2019.

BRASIL. **Lei nº 9.796, de 05 de maio de 1999.** Dispõe sobre a compensação financeira entre o Regime Geral de Previdência Social e os regimes de previdência dos servidores da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, nos casos de contagem recíproca de tempo de contribuição para efeito de aposentadoria. Disponível em <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso 10 Jan 2019.

BRAVO, JORGE MIGUEL VENTURA. Tábuas de mortalidade contemporâneas e prospectivas: modelos estocásticos, aplicações atuariais e cobertura do risco de longevidade. **Évora:** 2007. Tese (Doutorado) – Universidade de Évora, Portugal.

CAETANO, M. Determinantes da Sustentabilidade e do Custo Previdenciário: Aspectos Conceituais e Comparações Internacionais. **IPEA**, Texto para discussão nº 1226, 2006.

CAETANO, M. A. R. et al. O fim do fator previdenciário e a introdução da idade mínima: questões para a previdência social no Brasil. Brasília: **IPEA**. Texto para Discussão nº 2230, 2016. Disponível em: <<https://goo.gl/1dVFF1>>. Acesso 10 Mar 2019.

CARNEIRO, LILIANE MENDES. Seguridade social: uma reflexão sobre a assistência social. **Conteúdo Jurídico**, Brasília-DF: 11 out. 2012. Disponível em: <<http://www.conteudojuridico.com.br/?artigos&ver=2.39928&seo=1>>. Acesso em: 01 ago. 2018.

COELHO, NAMILTON NEI ALVES; CAMARGOS, MARCOS ANTÔNIO DE. Fundos de pensão no Brasil: uma análise dos fatores determinantes para sua expansão na perspectiva dos seus gestores. **Organ. Soc.**, Salvador, v. 19, n. 61, p. 277-294, Jun 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-92302012000200006&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 07 Ago. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S1984-92302012000200006>.

COSTANZI, Rogério Nagamine; ANSILIERO, Graziela. Reflexões iniciais sobre a reforma da previdência: a polêmica questão de gênero na determinação da idade mínima para aposentadoria. **Informações fipe**, v. 436, n. 1, p. 16-24, 2017.

CORDEIRO FILHO, A. Cálculo atuarial aplicado: Teoria e aplicações, exercícios resolvidos e propostos. 2. Ed. São Paulo: **Atlas**, 2014.

CORRÊA, CRISTIANE SILVA. Premissas atuariais em planos previdenciários: uma visão atuarial-demográfica. 1. ed. Curitiba: **Appris**, 2018.

COSTA, PATRÍCIA ROMUALDO; SOARES, THIAGO COSTA. A demanda por previdência privada no Brasil: uma análise empírica. **Textos de Economia**, Florianópolis, v. 20, n. 1, p. 36-50, nov. 2017. ISSN 2175-8085. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/economia/article/view/2175-8085.2017v20n1p36>>. Acesso em: 07 ago. 2019.

COSTA, VANESSA BARBOSA. Uma análise do Equilíbrio Financeiro e Atuarial dos RPPS's sob a ótica do Demonstrativo de Resultados da Avaliação Atuarial – DRAA. 2015. 58. **Monografia** – Universidade Federal de Natal, Natal, 2015.

COSTANZI, R. N., AMARAL, A. D., DIAS, C. R., ANSILIERO, G., AFONSO, L. E., & SIDONE, O. J. G. 2018. Reforma da previdência social. **Desafios Da Nação: Artigos de Apoio**, Volume 2, 129–191. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/180413_desafios_da_nacao_artigos_vol2_cap20.pdf

DANTAS, MARIA FRANCISCA MÁXIMO. O Financiamento da Política de Assistência Social no contexto do SUAS: tendências e particularidades do município do Natal-Rn. 2011. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

E. BACKER AND A. K. JAIN. A Agrupamentoing Performance Measure Based on Fuzzy Set Decomposition. **IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence**, vol. PAMI-3, no. 1, pp. 66-75, Jan. 1981.

FERNANDES, ALEXANDRE ZIOLI. Contribuintes facultativos de baixa renda: Uma análise sob a ótica do equilíbrio financeiro e atuarial. **Coleção previdência social**, Brasília, 36,1 ,55-86, Maio de 2018.

FAGUNDES, F. M., CRUZ, V. L., & DOS SANTOS, R. R. 2018. Condição Financeira Através De Indicadores Baseados Em Ativos E Passivos Atuariais: Uma Análise No Instituto De Previdência Do Estado Da Paraíba. **Revista de Contabilidade e Gestão Contemporânea**, 1(1), 3. <https://doi.org/10.22409/rcgc2018.v1i1.a2010>

GUSHIKEN, LUIZ ET AL. Regime Próprio de Previdência dos Servidores: Como Implementar? Uma Visão Prática e Teórica. Brasília, Ministério da Previdência Social 2002. **Coleção Previdência Social**; 17 v.

GUJARATI, N. DAMODAR ET AL. **Basic econometrics**. The Mc-Graw Hill, 2004.

IPEA. Estudo aponta déficit crescente da previdência dos servidores públicos. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=32339. Acesso em: 20 mai. 2019.

JARDIM, EDSON DUARTE. Métodos Atuariais de Financiamento: Uma visão sobre a adequação aos compromissos a serem avaliados. **Comissão nacional de atuária.** Coletânea de Artigos sobre Tábuas de Mortalidade, Taxas de Juros e Métodos de Financiamento. Superintendência Nacional de Previdência Complementar – Previc. MPS, 2010. 269-277

KUCHEMANN, Berlindes Astrid. Envelhecimento populacional, cuidado e cidadania: velhos dilemas e novos desafios. **Soc. estado.** Brasília, v. 27, n. 1, p. 165-180, Abr. 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-69922012000100010&lng=en&nrm=iso. Acesso em 14 Ago. 2018.

LAVINAS, LENA; ARAUJO, ELIANE DE. Reforma da previdência e regime complementar. **Brazil. J. Polit. Econ.** São Paulo, v. 37, n. 3, p. 615-635, Jul 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31572017000300615&lng=en&nrm=iso. Acesso em 07 Ago.

LIMA, S. C. DE; DINIZ, J. A. Contabilidade pública: Análise financeira e governamental. São Paulo: **Atlas**, 2016.

MACHADO, MARCIA R.; LIMA, GERLANDO A. S. DE; LIMA, IRAN S. Evidenciação dos riscos atuariais nas demonstrações financeiras das seguradoras que operam previdência complementar aberta. **6º Congresso USP**, São Paulo, 2006. Disponível em: Acesso em: 20 de maio, 2019.

MALHOTRA, NARESH K. Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada Editora **Bookman**, Porto Alegre, 2001

MIRANDA, GABRIELLA MORAIS DUARTE; MENDES, ANTONIO DA CRUZ GOUVEIA; SILVA, ANA LUCIA ANDRADE DA. O envelhecimento populacional brasileiro: desafios e consequências sociais atuais e futuras. **Rev. bras. geriatr. gerontol.** Rio de Janeiro, v. 19, n. 3, p. 507-519, June 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-98232016000300507&lng=en&nrm=iso. Acesso em 08 Ago. 2018.

MOORE, SPENCER. Peripherality, income inequality, and life expectancy: revisiting the income inequality hypothesis. **International Journal of Epidemiology**, v. 35, n. 3, p. 623-632, 2006.

NAGAMINE, C. A. Z; FERNANDES, C; FERNANDES, S; OTAVIO, J.G.S; N°, R. (2018). Breve análise da nova projeção da população do **IBGE** e seus impactos previdenciários.

NASCIMENTO, ROBERTA PEREIRA; CORRÊA, MICHAEL DIAS. A importância do custeio variável para fins gerenciais. **Revista de Administração e Contabilidade - RAC**, S.I.,

v. 5, n. 10, p. 42-50, dez. 2018. ISSN 2358-1948. Disponível em: <<http://www.revistasfap.com/ojs3/index.php/rac/article/view/218>>

NOGUEIRA, NARLON GUTIERRE. O equilíbrio financeiro e atuarial dos regimes próprios de previdência social dos servidores Públicos e a capacidade de implementação de políticas públicas pelos entes federativos. 2011. 367. **Dissertação** - UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE, São Paulo, 2011

OLIVEIRA, MARINES RUTE DE; BEZERRA, FERNANDA MENDES; DA SILVA, GERSON HENRIQUE. Hierarquização econômica dos municípios da microrregião de Cascavel no ano de 2010. **Revista Capital Científico-Eletrônica (RCCe)** -ISSN 2177-4153, v. 12, n. 3, p. 10-25, 2014.

PAZ, ALINE; PINTO, CLAUDIA CAMPESTRINI. Regimes Financeiros e Métodos de Financiamento para Entidade Fechadas de Previdência Complementar. **Comissão nacional de atuária**. Coletânea de Artigos sobre Tábuas de Mortalidade, Taxas de Juros e Métodos de Financiamento. Superintendência Nacional de Previdência Complementar – Previc. MPS, 2010. 279-293 Pennsylvania, 1993.

PINHEIRO, RICARDO PENA. Riscos demográficos e atuariais nos planos de benefício definido e de contribuição definida num fundo de pensão. 2005. 292 f. **Tese (Doutorado)** - Curso de Demografia, Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

PINHEIRO, Ricardo Pena. A Demografia dos Fundos de Pensão. Brasília: Ministério da Previdência Social. **Secretaria de Políticas de Previdência Social**, 2007. 292 p. – Coleção Previdência Social. Série estudos; v. 24.

PINTO, L. A. COSTA. 2012. Os Estudos Sociais e a mudança social no Brasil. **Sociologia & Antropologia**.

PÓVOAS, M. S. S. Previdência privada: filosofia, fundamentos técnicos e conceituação jurídica. **Fundação Escola Nacional de Seguros**, 1985.

REIS, ADACIR. Curso básico de previdência complementar. São Paulo: **Editor revistas dos tribunais**, 2014.

REIS, EDNA AFONSO; REIS, ILKA AFONSO. Análise descritiva de dados. **Síntese numérica Estatística**, 2002.

RODRIGUES, JOSÉ ÂNGELO. **Gestão de risco atuarial**. São Paulo: Saraiva, 2008.

ROSES, CARLOS FREDERICO; LEIS, RODRIGO PINTO. Um estudo das condições sócio-econômicas de municípios gaúchos através da análise de cluster. **Revista Administração On Line**, v. 3, n. 3, 2002.

SALGADO, CARMEN DELIA SÁNCHEZ. Mulher idosa: a feminização da velhice. **Estudos interdisciplinares sobre o envelhecimento**, v. 4, 2002.

SCHMITT, CÁSSIO; O passivo previdenciário brasileiro: Custos de transição para um regime de capitalização e suas formas de financiamento. São Paulo: **EAESP/FGV**. 1998. 125p. (Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Mestrado em Economia de Empresas da EAESP/FGV).

SILVA, MARIA LUCIA LOPES. (Des) estruturação do trabalho e condições para a universalização da Previdência Social no Brasil. 2011.359. **Monografia** - Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

Triola, M. F. **Introdução à Estatística**, 10a. edição. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2008

TROWBRIDGE, CHARLES L. Fundamental Concepts Of Actuarial Science. Washington D.c: **Actuarial Education And Research Fund**, 1989. 79 p.

VASCONCELOS, ANA MARIA NOGALES; GOMES, MARÍLIA MIRANDA FORTE. Transição demográfica: a experiência brasileira. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília , v. 21, n. 4, p. 539-548, dez. 2012 . Disponível em <http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742012000400003&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 01 ago. 2018.

VAZ, LEVI RODRIGUES. O princípio do equilíbrio financeiro e atuarial no sistema previdenciário brasileiro: subtítulo do artigo. **Direitos Fundamentais & Democracia**, Curitiba, v. 6, n. 6, p. 4-35, dez./2005. Disponível em: <http://revistaeletronicardfd.unibrasil.com.br/index.php/rdfd/article/view/240/234>. Acesso em: 18 fev. 2019.

WINKLEVOSS, E. HOWARD. Pension Mathematics with Numerical Illustrations. Philadelphia: **Pension Research Council and University of Pennsylvania Press**, 1993.

XU, RUI. Survey of clustering algorithms for MANET. **International Journal on Computer Science and Engineering**, 1(2), 2005. 98–104.

APÊNDICE

APENDICE A: ANÁLISE DESCRITIVA E EXPLORATÓRIA

	Idade média dos homens	Idade média das mulheres	Valor mensal da folha dos homens	Valor mensal da folha das mulheres
Minimo	0	0	0	0
Máximo	81	85	2279228824,38	8836892356,14
Média	60	55	1479586,62	3657607,33
Mediana	61	57	264251,89	555201,35
Desvio Padrão	9,9	8,7	28085588,3	103455202,4
Coef. De variação	27,58%	16%	1898%	2828%

HIPOTESE - PROJEÇÃO

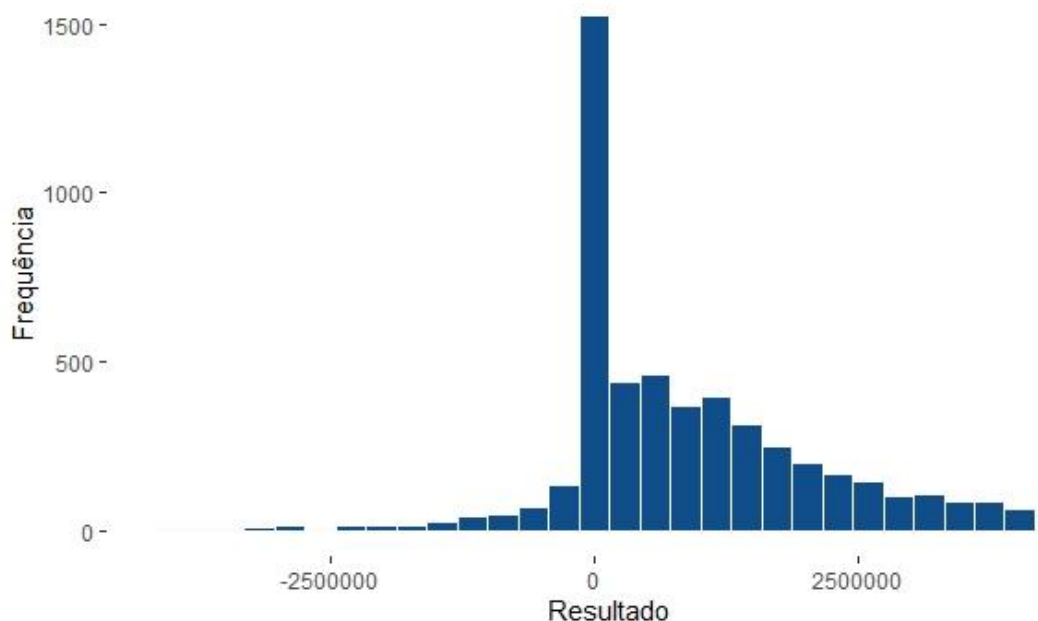
	Taxa de Juros Real para o Exercício	Crescimento Real do Salário	Crescimento Real dos Benefícios do Plano	Taxa de Inflação de Longo Prazo	Taxa de Rotatividade	Hipótese Adotada para Entrada em Aposentadoria
Média	5,967	1,175	0,286	2,453	0,068	1,357
Mediana	6	1	0	1	0	0
Minimo	0	0	0	0	0	0
Máximo	8,76	5,5	8,79	6,99	1	286
Desvio Padrão	0,265	0,445	0,470	2,562	0,252	6,252
Coef. De variação	0,044	0,379	1,640	1,044	3,692	4,608

HIPOTESE - Projeção de Novos Entrantes para o Exercício

	Quantidade de saídas por morte	Quantidade de saídas por aposentadoria	Quantidade de saídas por desligamento	Quantidade de entradas
Média	1,610	20,724	2,459	28,283
Mediana	0	0	0	0
Minimo	0	0	0	0
Máximo	796	22192	3317	29202
Desvio Padrão	12,990	317,497	39,127	408,104
Coef. De variação	8,067	15,320	15,990	14,429

	Diferença da Idade entre titular		Composição Familiar
	Masculino e cônjuge feminino	Feminino e cônjuge masculino	Probabilidade de Casados
Média	0,422	0,292	0,038
Mediana	0	0	0
Mínimo	-5	-3	0
Máximo	5	8	1
Desvio Padrão	1,534	1,451	0,191
Coef. De variação	3,639	4,970	4,971

Histograma do Resultado



APENDICE B: ANÁLISE DE REGRESSÃO COM OS AGRUPAMENTOS

	Estimativa	Erro padrão	Valores - t	P-valor
(Intercepto)	1171393	127812,9	9,164904	7,01E-20 ***
cluster1	1114200	207216,6	5,376984	7,91E-08 ***
cluster2	-91190,2	21661,45	-4,20979	2,6E-05 ***
razao_h_m	28084,93	51239,05	0,548116	0,583636
idade.med	-5193,09	2098,977	-2,4741	0,013389 *
folha	-0,00013	0,000139	-0,96373	0,335227
beneficio	0,004277	0,002665	1,604922	0,108572

Significados: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1230000 on 5163 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.007522, Adjusted R-squared: 0.006368

F-statistic: 6.521 on 6 and 5163 DF, p-value: 7.172e-07

APENDICE C: REGRESSÃO APENAS COM AGRUPAMENTO 1 E APENAS COM
AGRUPAMENTO 2

	Estimativa	Erro padrão	Valores - t	P-valor	
(Intercepto)	1140149,382	127803,676	8,921	2E-16	***
cluster1	504540,303	148449,152	3,399	0,001	***
razao_h_m	17874,232	51264,411	0,349	0,727	
idade.med	-5130,050	2102,329	-2,44	0,025	*
folha	-0,000	0,000	-2,031	0,303	
beneficio	0,005	0,003	1,748	0,081	.

Significados: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1232000 on 5164 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.004115, Adjusted R-squared: 0.003151

F-statistic: 4.267 on 5 and 5164 DF, p-value: 0.0007112

	Estimativa	Erro padrão	Valores - t	P-valor	Estimativa
(Intercepto)	1093980,354	127342,223	8,591	2E-16	***
cluster2	-9789,346	155344,925	-0,630	0,530	
razao_h_m	21759,514	51363,794	0,424	0,672	
idade.med	-4973,598	2104,244	-2,364	0,181	*
folha	-0,000	0,000	-1,009	0,3129	
beneficio	0,005	0,003	1,861	0,0628	.

Significados: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1233000 on 5164 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.001964, Adjusted R-squared: 0.0009975

F-statistic: 2.032 on 5 and 5164 DF, p-value: 0.07099

APÊNDICE D - REGRESSÃO COM TODAS AS HIPOTHESES E VARIÁVEIS DE
CONTROLE

	Estimativa	Erro padrão	Valores - t	P-valor	
(Intercepto)	2955518	95000000	0,03097	0,975295	
Taxa de Juros Real	-42422,5	125628,3	-0,33768	0,735616	
Crescimento Real do Salário	-93844,8	52728,02	-1,77979	0,075169	.
Crescimento Real dos Benefícios do Plano	-379646	50733,96	-7,48307	8,49E-14	***
Taxa de Inflação de Longo Prazo	17167,67	8032,828	2,137189	0,03263	*
Taxa de Rotatividade	-55377,6	140298,3	-0,39471	0,693071	
Quantidade de saídas por morte	2278,127	5688,018	0,400513	0,688795	
Quantidade de saídas por aposentadoria	-625,009	1186,392	-0,52681	0,598345	
Quantidade de saídas por desligamento	5017,912	7816,026	0,642003	0,5209	
Quantidade de entradas	-102,307	325,4121	-0,31439	0,753237	
Probabilidade de Casados	-629862	104551,3	-6,02443	1,82E-09	***
Diferença da Idade entre masculino e feminino	41467,37	19644,82	2,110855	0,034833	*
Diferença da Idade entre feminino e masculino	96198,61	18316,42	5,252043	1,56E-07	***
Entrada em Aposentadoria	-5445,97	10502,34	-0,51855	0,604098	
Álvaro Vindas	-634480	95428890	-0,00665	0,994695	
AT 2000 (Males)	-297837	109225,2	-2,72681	0,006417	**
AT 83 (Males)	-64617	136091,1	-0,47481	0,634945	
Hubbard Laffite	-537535	161431,7	-3,3298	0,000875	***
IAPB 57	-2187007	95429827	-0,02292	0,981717	
IBGE 2012 (Ambos)	-67829,1	53907,05	-1,25826	0,208355	
IBGE 2012 (Masculina)	-306660	92747,66	-3,30639	0,000952	***
IBGE 2013 (Ambos)	65578,43	60723,94	1,079944	0,280218	
IBGE 2013 (Masculina)	206181,4	115966,4	1,777941	0,075473	.
IBGE 2014 (Ambos)	-149145	62062,37	-2,40314	0,01629	*
IBGE 2014 (Masculina)	766452,7	105024,2	7,297871	3,37E-13	***
IBGE 2015 (Masculina)	306580,4	122241,1	2,507997	0,012172	*
IBGE 2016 (Ambos)	77034,1	89159,69	0,864001	0,387627	
IBGE 2016 (Masculina)	128908,8	197918,4	0,651323	0,514867	
Kinkelin	152207,7	168047,4	0,905742	0,365115	
Outras	-588270	154127,2	-3,81678	0,000137	*
Samuel Dumas	300446,7	231007,6	1,300592	0,193456	
razão homens_mulheres	46882,14	47994,09	0,976832	0,328699	
folha	-9,4E-05	0,002497	-0,03771	0,969917	
idade média	-8746,15	2182,554	-4,0073	6,23E-05	***
benefício	0,004896	0,484128	0,010112	0,991932	

Significados: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 '.' 1

Residual standard error: 1183000 on 5135 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.08749, Adjusted R-squared: 0.08145

F-statistic: 14.48 on 34 and 5135 DF, p-value: < 0.000000000000000022