



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
COORDENAÇÃO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

**TAXA SEGURA DE RESGATE DO PATRIMÔNIO: UMA SIMULAÇÃO PARA
O MERCADO BRASILEIRO**

Aluno: Matheus Gomes Maranhão

Orientador: Profº Paulo Glicio da Rocha

Recife

Outubro/2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
COORDENAÇÃO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

**TAXA SEGURA DE RESGATE DO PATRIMÔNIO: UMA SIMULAÇÃO PARA
O MERCADO BRASILEIRO**

Matheus Gomes Maranhão

Projeto para Monografia realizado sob a orientação do professor Paulo Glício da Rocha como requisito para a conclusão do bacharelado de Ciências Econômicas pela Universidade Federal de Pernambuco.

Recife
Outubro/2021

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo testar e analisar a aplicabilidade da Regra dos 4% no mercado brasileiro. Essa regra estabelece que, para um aposentado que construiu o seu patrimônio através de aplicações financeiras, é possível realizar o resgate de 4% do seu patrimônio no primeiro ano de aposentadoria e continuar resgatando esse valor corrigido pela inflação ao longo dos anos seguintes, sem que o seu patrimônio seja exaurido ao longo de uma aposentadoria de 30 anos. Para essa análise foi utilizado o método de Monte Carlo, de modo a analisar diferentes cenários e composições de portfólios distribuído entre ações e títulos, de forma a estabelecer a possibilidade ou não de manter esse nível de resgates. Foi observado que o mercado brasileiro suporta uma taxa de resgate de até 7% no primeiro ano, com a correção pela inflação nos anos seguintes, para um portfólio composto exclusivamente de títulos públicos.

Palavras chave: aposentadoria, taxa de resgate segura, gestão de patrimônio.

ABSTRACT

This study aims to test and analyze the applicability of the 4% Rule in Brazilian markets. This rule establishes that it is sustainable for a retiree to withdraw 4% of his financial equity in the first year of retirement and adjust the initial value by inflation over the following years, without outliving their wealth over a 30-year retirement period. The Monte Carlo method was used in order to analyze different scenarios and different portfolio compositions among stocks and bonds, in order to establish the sustainability of this level of withdrawals. The results suggest that the Brazilian market supports a withdrawal rate of up to 7% in the first year, adjusting for inflation in the following years, for a portfolio allocated exclusively in bonds.

Key word: retirement, safe withdrawal rate, wealth management.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|-----------|
| Figura 1: Consumo do portfólio com um resgate de 4% a.a. (2012-2020) | 12 |
| Figura 2: Anos de duração do patrimônio com um resgate de 4% no mercado americano | 13 |
| Figura 3: Distribuição do retorno real mensal - Selic (1995-2020) | 21 |
| Figura 4: Distribuição do retorno real mensal - Ibovespa (1995-2020)..... | 22 |
| Figura 5: Resgate de 4%. Portfólio composto por 75% de ações e 25% de títulos | 23 |
| Figura 6: Resgate de 5%. Portfólio composto por 75% de ações e 25% de títulos. | 24 |
| Figura 7: Resgate de 5%. Portfólio composto por 100% de títulos | 24 |
| Figura 8: Aplicação da estratégia SAFEMAX aos dados históricos brasileiros..... | 27 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 7 |
| 2 | OBJETIVOS | 10 |
| 2.1 | OBJETIVO GERAL..... | 10 |
| 2.2 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 10 |
| 3 | REVISÃO DE LITERATURA | 11 |
| 3.1 | OS RISCOS DA APOSENTADORIA | 11 |
| 3.2 | A REGRA DOS 4%..... | 12 |
| 3.3 | ESTUDOS SUBSEQUENTES | 13 |
| 3.4 | UMA PERSPECTIVA INTERNACIONAL | 14 |
| 4 | BASE DE DADOS E METODOLOGIA | 18 |
| 4.1 | BASE DE DADOS E VARIÁVEIS CONSIDERADAS | 18 |
| 4.2 | MÉTODOLOGIA | 18 |
| 5 | ANÁLISE DOS RESULTADOS | 21 |
| 5.1 | CARACTERÍSTICAS DOS DADOS | 21 |
| 5.2 | RESULTADOS | 23 |
| 5.3 | APLICAÇÃO EMPIRICA | 26 |
| 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 28 |
| 7 | BIBLIOGRAFIA | 30 |

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos anos a população brasileira coloca como objetivo se aposentar de outras formas, que não o INSS. Uma das modalidades que mais apresentou um aumento de expectativa de aposentadoria dentre os brasileiros são as aplicações financeiras. Atualmente 36% da população brasileira consegue economizar recursos e 18% tem o objetivo de se aposentar usufruindo de rendimentos de aplicações financeiras.¹

Para o investidor individual que construiu o seu patrimônio através do mercado financeiro e busca uma aposentadoria tranquila, é importante que tenha um bom planejamento. A escolha da renda a ser utilizada a partir do patrimônio atingido é um importante fator para que o patrimônio construído dure ao longo dos anos de usufruto.

No momento da aposentadoria, um dos grandes riscos para um patrimônio diversificado entre ativos com retornos instáveis, como é o caso do investimento em ações, é o risco de sequência de retorno. Este risco implica que, apesar de a média de retorno do mercado seja suficiente para cobrir os resgates do aposentado, uma sequência negativa nos primeiros anos pode levar a um consumo irreversível do patrimônio, que comprometa o prazo de aposentadoria.²

Por isso, é de extrema importância estabelecer uma taxa de resgate que proporcione o maior resgate possível para o investidor, ao mesmo tempo que garanta que o seu patrimônio não seja exaurido ao longo da aposentadoria.

Considerando uma perspectiva histórica do mercado americano, uma taxa de resgate de 4% ao ano do patrimônio inicial no primeiro ano, corrigindo o valor pela inflação nos anos subsequentes, foi uma taxa comprovadamente segura para todas as janelas de 30 anos iniciadas entre os anos de 1926 e 1976. Esse resultado fez com que a taxa de 4% fosse amplamente adotada dentre os planejadores financeiros americanos e ficou conhecida como a ‘Regra dos 4%’.³

¹ Raio X do Investidor Brasileiro, 3ª edição. ANBIMA, 2021

² Lester et al. Strategies for Managing Retirement Risks. **The Journal of Retirement**, 2016.

³ BENGEN, WP. Determining withdrawal rates using historical data. **Journal of Financial planning**, 1994

Apesar dos resultados serem historicamente robustos, o período analisado foi particularmente favorável para o mercado americano, como apontado por Pfau (2010). Em seu estudo, dentre os 17 países desenvolvidos analisados, considerando dados de 1900 a 2008, apenas 4 países apresentarem taxas de resgates sustentáveis superiores a 4% para um período de 30 anos.⁴

Ao tratar de países emergentes, Pfau (2011) também encontrou resultados questionáveis para a aplicabilidade da regra dos 4%, utilizando o método de Monte Carlo. Dentre os 25 países analisados, apenas 6 demonstraram taxas de resgates seguras superiores a 4% para um horizonte de 30 anos.⁵

Tendo em vista o exposto acima, a presente monografia irá testar se a ‘Regra dos 4%’ é uma estratégia viável para o investidor que buscar consumir o seu patrimônio alocado exclusivamente nos ativos disponíveis no mercado brasileiro, realizando uma análise através da simulação de Monte Carlo e, irá identificar a maior taxa de resgate segura para o investidor brasileiro que planeja uma aposentadoria de 30 anos. Para a elaboração do modelo, foram consideradas as das séries históricas para o mercado acionário e de títulos em uma janela histórica de 1995 -2020.

A partir do modelo, foram geradas 10.000 janelas históricas de 30 anos com retornos simulados, seguindo a metodologia usada em Pfau (2011), com o objetivo de gerar um universo amostral onde a regra dos 4% seja testada, para encontrar o percentual de fracasso a depender da escolha de alocação, além de estimar a maior taxa de resgate que apresenta 99,9% de sucesso dentre as amostras.

É importante destacar também que, o Brasil é um país com um mercado financeiro pouco desenvolvido e, portanto, os portfólios explorados neste trabalho contém classes de investimentos pouco exploradas. De acordo com o Raio X do Investidor – AMBIMA de 2021, apenas 3% da população brasileira realiza investimentos em títulos públicos através do Tesouro Direto e 3% realiza aplicações no mercado acionário.

Esta monografia está estruturada em 5 capítulos, além da presente introdução. O capítulo seguinte, apresenta os objetivos gerais e específicos do estudo. No terceiro

⁴ PFAU, W. An International Perspective on Safe Withdrawal Rates from Retirement Savings: The Demise of the 4 Percent Rule? **Journal of Financial Planning**, 2010.

⁵ PFAU, W. MENG, C. Safe withdrawal rates from retirement savings for residents of emerging market countries. 2011.

capítulo, será feita uma revisão de literatura, apresentando os riscos e preocupações ao elaborar um planejamento para a aposentadoria, além de apresentar 3 outros estudos semelhantes ao proposto, e os resultados encontrados para os mercados financeiros de diferentes países. O capítulo 4 descreve a metodologia e os dados utilizados para a realização do estudo. No capítulo 5 os resultados do estudo serão apresentados, discutidos e analisados. Por fim, o último capítulo trará algumas considerações finais, apontando as limitações da metodologia escolhida e levantando pontos que podem ser levados em consideração em estudos futuros.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Testar se uma taxa de resgate de 4% do patrimônio corrigido pela inflação é viável para um horizonte de 30 anos no Brasil, através de uma simulação de Monte Carlo considerando dados da B3 de 1995 até 2020.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar a taxa de resgate do patrimônio que garante a perpetuidade do patrimônio ao longo de 30 anos.
- Testar a taxa de resgate ótima para cestas com diferentes pesos entre ações e títulos.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 OS RISCOS DA APOSENTADORIA

Lester et al. (2016) aponta 4 riscos-chaves ao entrar na fase da aposentadoria: são eles os riscos de inflação, *healthcare*, longevidade e o risco de sequência de retorno. Dentre eles, os riscos de inflação e de sequência de retornos são relacionados ao mercado e podem ser abordados através de uma estratégia de alocação e resgates condizentes.

O risco de inflação é o risco de uma alta de preços ao consumidor corroer o poder de compra. Apesar de impactar todos os indivíduos de uma economia, os aposentados são especialmente suscetíveis a ele. Tendo em vista que os salários tendem a acompanhar uma alta de inflação, os aposentados precisam proteger o seu patrimônio desse risco, de forma que sejam compensados, mesmo que não estejam mais inseridos no mercado de trabalho.

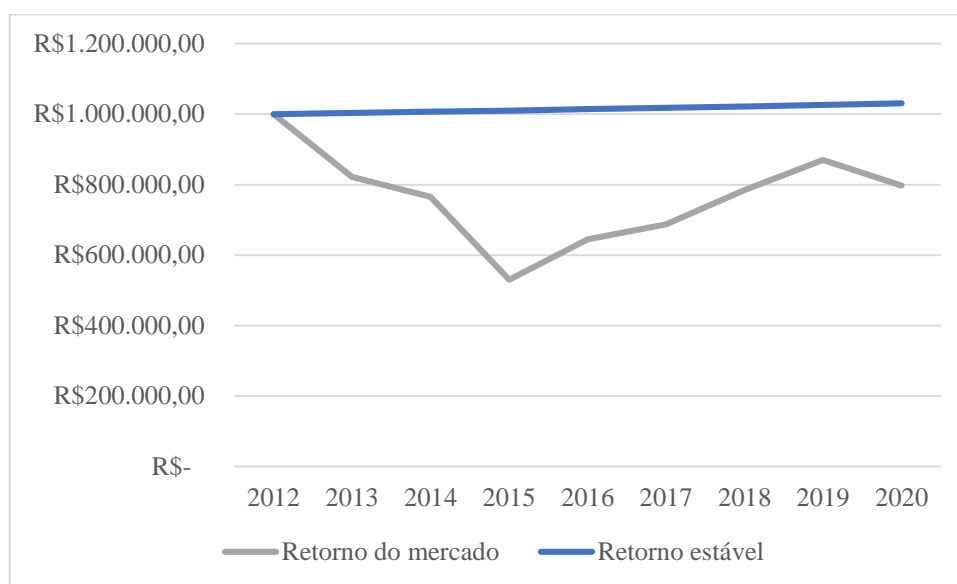
Esse é um risco ainda mais evidente em um país com taxas de inflação historicamente mais elevadas, como é o caso do Brasil. Um portfólio composto em grande parte por ativos que não compensem esse risco, pode sofrer perdas irreversíveis no poder de compra.

O risco de sequência de retorno aponta que, tendo em vista que o patrimônio será consumido a partir da aposentadoria, mesmo uma média de retorno alta, pode não ser o suficiente para garantir a perpetuidade do patrimônio. A ordem dos retornos é de extrema importância para o aposentado.

Por exemplo, entre os anos de 2013-2020, o mercado de ações brasileiro apresentou um retorno médio real de 4,33%. Porém, uma taxa de resgate de 4% ao ano levaria a uma redução de 20,36% do patrimônio no final do período. Isso acontece porque entre 2013 e 2015, a bolsa apresentou um retorno real negativo de -43,25%.

A Figura 1 apresenta o consumo do patrimônio caso o retorno médio de 4,33% não apresentasse desvios ao longo dos anos e o consumo observado com o retorno apresentado pelo mercado.

Figura 1: Consumo do portfólio com um resgate de 4% a.a. (2012-2020)



Elaboração própria.

Por conta desse risco, os retornos nos primeiros anos de aposentadoria são os mais importantes para a manutenção do patrimônio ao longo do período. Uma grande dispersão de resultados, principalmente nesse período, pode inviabilizar o planejamento da aposentadoria.

3.2 A REGRA DOS 4%

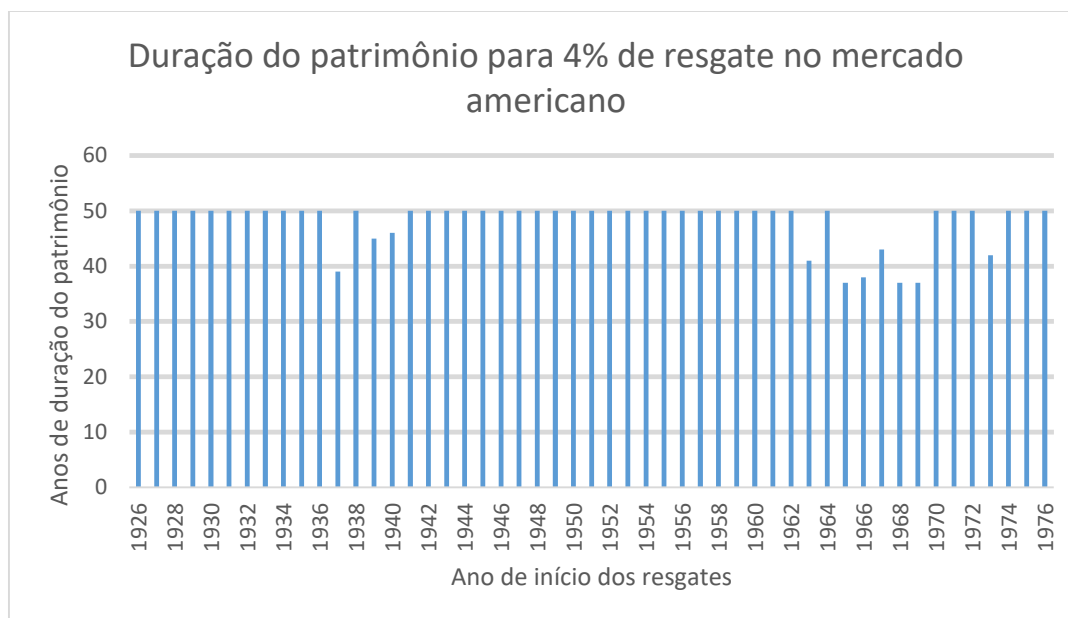
Buscando amenizar os riscos dos apresentados, William P. Bengen elaborou o seu estudo *Determining withdraw rates using historical data*. Nesse estudo, foram utilizados retornos históricos do mercado americano que seriam encontrados por investidores que teriam se aposentado entre os anos de 1926 – 1976. Foi considerado um cenário de aposentadoria em que é realizado um resgate percentual do patrimônio no primeiro ano, e esse valor é corrigido pela inflação ao longo dos anos seguintes.

As análises realizadas consideraram janelas históricas usando portfólios divididos com 50% de exposição em ações e 50% em títulos de prazo intermediário do governo americano e foram testados resgates anuais de 3%, 4% e 5%.

Considerando uma taxa de 3% ao ano de resgate, o patrimônio se perpetuou ao longo de pelo menos 50 anos em todas as faixas de tempo. Por outro lado, uma taxa de resgate de 5% do patrimônio, apresentou diversos cenários onde o patrimônio durou pouco mais de 20 anos.

Por fim, a taxa de resgate de 4% ao ano do patrimônio inicial, garantiu um prazo de pelo menos 35 anos de manutenção do patrimônio em todas as janelas históricas e, em mais de 80% dos casos, perdurou mais do que 50 anos.

Figura 2: Anos de duração do patrimônio com um resgate de 4% no mercado americano



Fonte dos dados: Bengen (1994). Elaboração própria.

Esse resultado originou a popularização da “Regra dos 4%” entre os planejadores financeiros americanos.

3.3 ESTUDOS SUBSEQUENTES

Posteriormente, a taxa encontrada por Bengen passou a ser analisada através de outras metodologias. Em Cooley, Hubbard, e Walz (1998), os autores utilizaram simulações históricas para analisar taxas de resgates entre 3% e 12% em diferentes portfólios.

Utilizando dados de 1926 a 1995, e considerando retornos de títulos corporativos de longo prazo como o retorno para os títulos, o estudo sustentou uma taxa de 4% de resgate, com 95% de sucesso para portfólios com 50% em ações e 50% em títulos e 98% de sucesso para portfólios com 75% em ações.⁶

⁶ COOLEY, P. L; HUBBARD, C. M; WALZ D. T. Retirement savings: Choosing a withdrawal rate that is sustainable. Journal of the American Association of Individual Investors, 1998.

Em Ameriks, Veres, and Warshawsky (2001), além de utilizar as simulações históricas, os autores também utilizaram simulações de Monte Carlo para testar a taxa de resgate segura em portfólios com diferentes combinações entre ações e títulos.⁷

Através da simulação de Monte Carlo o estudo concluiu que que uma taxa de 4,5% é sustentável com uma taxa de fracasso de 8,3% ao longo de 30 anos. Spitzer, Strieter, and Singh (2007) encontrou resultados similares em seu modelo, apontando uma taxa de 4,4% com uma taxa de fracasso de 10% para janelas de 30 anos.⁸

Além disso, também se concluiu que portfólios com maior participação de títulos é melhor aplicável para prazos curtos de aposentadoria, enquanto para prazos mais longos, um maior peso em ações proporciona uma taxa de resgate maior.

3.4 UMA PERSPECTIVA INTERNACIONAL

Com o intuito de entender a aplicabilidade dessa regra à outros mercados e cenários, Wade D. Pfau realizou estudos empíricos analisando dados de outros países.

Em seu estudo de 2010 *“An International Perspective on Safe Withdrawal Rates from Retirement Savings: The Demise of the 4 Percent Rule?”*, foi analisado o desempenho da estratégia no mercado de 17 países desenvolvidos em um período histórico de 1900 – 2008. O trabalho busca identificar a taxa SAFEMAX⁹ em cada país.

Assim como Bengen (1994), o estudo considera uma taxa de resgate fixada como um percentual do patrimônio inicial e ajustada pela inflação em anos subsequentes e rebalanceamentos anuais entre títulos e ações.

Os resultados do estudo apontam que o período foi particularmente favorável ao mercado americano, tendo em vista que apenas 3 países apresentaram retornos superiores nos mercados de ações ou nos mercados de títulos públicos. A taxa SAFEMAX de 4% foi sustentável em apenas 4 países, incluindo os Estados Unidos.

⁷ AMERIKS, J.; VERES, R.; WARSHAYSKY, M. J. Making retirement income last a lifetime. Journal of Financial Planning, 2001.

⁸ SPITZER, J. J.; STRIETER, J. C.; SINGH, S. Guidelines for withdrawal rates and portfolio safety during retirement. Journal of Financial Planning, 2007.

⁹ Bengen (2006) descreve SAFEMAX como a maior taxa de resgate que possibilita uma renda sustentável que não consuma o patrimônio no número necessário de anos.

Tabela 1: Taxa de resgate máxima para países desenvolvidos

| | SAFEMAX | 10º percentil | Resgates de 4% ao ano | | Resgate de 5% ao ano | |
|----------------|---------|---------------|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| | | | Duração no pior cenário (Anos) | % de fracasso em 30 anos | Duração no pior cenário (Anos) | % de fracasso em 30 anos |
| Canadá | 4,42% | 5,04% | 30 | 0,0% | 23 | 8,8% |
| Suécia | 4,23% | 4,92% | 30 | 0,0% | 20 | 11,3% |
| Dinamarca | 4,08% | 4,60% | 30 | 0,0% | 20 | 28,8% |
| Estados Unidos | 4,02% | 4,70% | 30 | 0,0% | 20 | 22,5% |
| África do Sul | 3,84% | 4,88% | 27 | 1,3% | 17 | 11,3% |
| Reino Unido | 3,77% | 4,17% | 26 | 3,8% | 17 | 27,5% |
| Austrália | 3,68% | 4,91% | 25 | 2,5% | 18 | 10,0% |
| Suíça | 3,59% | 4,08% | 26 | 5,0% | 18 | 40,0% |
| Holanda | 3,36% | 4,14% | 22 | 2,5% | 17 | 37,5% |
| Irlanda | 3,28% | 3,41% | 21 | 25,0% | 15 | 45,0% |
| Noruega | 3,12% | 3,46% | 20 | 32,5% | 13 | 61,3% |
| Espanha | 2,56% | 3,07% | 19 | 36,3% | 15 | 68,8% |
| Itália | 1,56% | 2,61% | 6 | 62,5% | 5 | 76,3% |
| Bélgica | 1,46% | 1,78% | 11 | 40,0% | 9 | 68,8% |
| França | 1,25% | 2,62% | 7 | 42,5% | 7 | 71,3% |
| Alemanha | 1,14% | 1,52% | 9 | 25,0% | 8 | 41,3% |
| Japão | 0,47% | 0,54% | 3 | 37,5% | 3 | 40,0% |

Fonte dos dados Pfau (2010). Elaboração própria.

Para países em desenvolvimento, Pfau (2011) testou a aplicabilidade da regra dos 4% em 25 países e também encontrou resultados questionáveis para a mesma. Como os países emergentes possuem uma disponibilidade de dados históricos menores do que os países desenvolvidos, a metodologia utilizada no estudo foi uma simulação de Monte Carlo, onde foram testados diversos cenários.

O estudo realizou 10.000 simulações e otimizou o balanceamento de carteiras de modo que a alocação entre títulos de renda fixa e o índice de renda variável usada, apresente a maior taxa de resgate dentre os cenários. A taxa foi considerada adequada para resultados onde houve fracasso em 5% ou menos, dos cenários simulados.

Em 19 dos 25 países subdesenvolvidos simulados, foi observado que a maior taxa de resgate é alcançada com 15% ou menos de alocação em ações e apenas 3 países apresentaram a alocação ótima com uma exposição superior a 30% no mercado acionário. Estes resultados diferem substancialmente do encontrado em Bengen (1994), para os Estados Unidos.

Os resultados encontrados apontam que apenas Brasil, Colômbia, África do Sul, Chile, Marrocos e Coreia do Sul apresentam uma taxa de resgate segura superior à 4%

em um horizonte de 30 anos.

Tabela 2: Taxa de resgate máxima para países em desenvolvimento

| País | SAFEMAX | 1º percentil | 5º percentil | 10º percentil | % de fracasso em 30 anos | |
|-----------------|---------|--------------|--------------|---------------|--------------------------|---------------|
| | | | | | resgate de 4% | resgate de 5% |
| Brasil | 5,00% | 6,23% | 7,08% | 7,59% | 0,00% | 0,00% |
| Colômbia | 4,95% | 5,53% | 5,91% | 6,18% | 0,00% | 0,00% |
| África do Sul | 4,40% | 4,81% | 5,10% | 5,30% | 0,00% | 3,20% |
| Chile | 4,34% | 5,05% | 5,93% | 6,66% | 0,00% | 0,90% |
| Marrocos | 4,09% | 4,40% | 4,55% | 4,65% | 0,00% | 26,60% |
| Coréia do Sul | 4,08% | 4,32% | 4,51% | 4,62% | 0,00% | 29,50% |
| Israel | 3,64% | 4,03% | 4,27% | 4,41% | 0,80% | 32,50% |
| Polônia | 3,60% | 3,86% | 4,00% | 4,09% | 5,00% | 74,50% |
| Malásia | 3,53% | 3,87% | 4,08% | 4,23% | 2,70% | 27,10% |
| Tailândia | 3,35% | 3,92% | 4,22% | 4,39% | 1,70% | 26,70% |
| Indonésia | 3,26% | 4,19% | 4,90% | 5,36% | 0,60% | 5,90% |
| Filipinas | 3,14% | 3,59% | 3,84% | 3,98% | 11,30% | 43,40% |
| Argentina | 3,06% | 3,78% | 4,29% | 4,60% | 2,10% | 18,80% |
| Hungria | 2,92% | 3,40% | 3,74% | 4,06% | 9,00% | 22,70% |
| Índia | 2,91% | 3,38% | 3,68% | 3,89% | 12,50% | 30,10% |
| Paquistão | 2,41% | 2,79% | 3,09% | 3,33% | 24,00% | 39,30% |
| República Checa | 2,38% | 2,58% | 2,83% | 3,21% | 19,40% | 30,00% |
| Egito | 1,85% | 3,14% | 4,06% | 4,82% | 4,80% | 11,40% |
| Perú | 1,84% | 3,09% | 4,19% | 5,17% | 4,00% | 9,30% |
| Jordânia | 1,81% | 2,53% | 2,93% | 3,18% | 34,50% | 54,90% |
| China | 1,80% | 2,37% | 2,62% | 2,75% | 65,10% | 78,10% |
| Sri Lanka | 1,73% | 2,34% | 2,65% | 2,82% | 40,50% | 55,50% |
| Turquia | 1,62% | 2,55% | 3,23% | 3,73% | 13,40% | 25,80% |
| México | 1,39% | 2,62% | 3,91% | 5,02% | 5,40% | 9,90% |
| Rússia | 0,06% | 0,17% | 0,30% | 0,41% | 74,10% | 78,80% |

Fonte dos dados: Pfau (2011). Elaboração própria.

O Brasil foi o país que apresentou a taxa SAFEMAX mais alta dentre os estudados. Ainda de acordo com o estudo, o portfólio que otimiza a SAFEMAX no Brasil ficou com 5% em ações e 95% em títulos.

É importante destacar que, para o mercado brasileiro, o estudo considerou apenas dados de 1995 a 2009 para a elaboração do modelo de Monte Carlo. Esse foi um período no qual tanto as ações quanto os títulos apresentaram médias de retornos significativamente superiores às observadas nos anos de 2010-2020.

Tabela 3:Características dos Retornos (1995-2009 e 2009-2020)

| | | 1995-2009 | 2009-2020 |
|----------|---------------|-----------|-----------|
| IBOVESPA | Média | 16,90% | 0,23% |
| | Desvio padrão | 36,79% | 17,35% |
| Selic | Média | 12,75% | 3,47% |
| | Desvio padrão | 6,64% | 2,46% |

Elaboração própria

Sendo assim, é possível que uma janela histórica maior, apresente um modelo com resultados diferentes.

4 BASE DE DADOS E METODOLOGIA

4.1 BASE DE DADOS E VARIÁVEIS CONSIDERADAS

Para a realização da presente monografia será considerada a série de retornos do Ibovespa como o retorno das ações e a taxa Selic como o retorno dos títulos.

As bases de dados utilizadas serão a Série Histórica da B3 do índice Ibovespa, a série histórica do IPEADATA do retorno da taxa Selic e a Série Histórica do IBGE para o índice IPCA.

Tendo em vista que antes da estabilização monetária brasileira com o Plano Real passamos por períodos de hiperinflação, existe uma complicação para a normalização dos retornos até 1995. Por isso, neste trabalho será considerado os retornos das séries citadas no período de 1995 até 2020.

4.2 MÉTODOLOGIA

O método utilizado para o presente estudo será uma simulação de Monte Carlo. Esta simulação consiste na criação de uma série de variáveis aleatórias, baseada em uma distribuição de probabilidade estatística, com o objetivo de computar a aleatoriedade no modelo.¹⁰

Através dessa simulação, é possível gerar uma infinidade de séries com desvio padrão e média semelhantes ao encontrado na realidade. Dessa forma, é possível estimar resultados mesmo com uma série histórica pequena.

Para a elaboração do modelo utilizado para este estudo, inicialmente, será feito o cálculo dos retornos reais mensais da Selic e do IBOVESPA, utilizando a série do IBGE para o índice IPCA através das fórmulas:

- $i_{SELICReal} = \frac{(1+i_{SELIC})}{(1+i_{IPCA})} - 1$
- $i_{IBOVReal} = \frac{(1+i_{IBOV})}{(1+i_{IPCA})} - 1$

¹⁰ BAUER, W.F. The Monte Carlo Method. Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics, 1958.

Em seguida, será realizada a análise dos dados referentes aos retornos reais mensais das séries históricas, para avaliar a distribuição estatística dos retornos, e posteriormente, selecionar a distribuição estatística adequada para a simulação de Monte Carlo.

Após isso, serão calculados os retornos médios e os desvios padrão das 2 séries, dados respectivamente, pelas equações:

- $\bar{x} = \sum \frac{x}{n}$
- $Dp = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n}}$

Em seguida, serão geradas novas séries com média e desvio padrão semelhantes ao observado historicamente, com base em valores aleatórios que seguem a distribuição probabilística condizente com os dados.

Para a simulação, foi calculado o retorno composto dos valores aleatórios de 12 meses, gerando então o retorno aleatório para cada ano.

A partir da simulação de Monte Carlo, seguindo a metodologia de Pfau (2011), serão geradas e analisadas 10.000 janelas de 30 anos com retornos aleatórios, onde será testado o percentual de sucesso da Regra dos 4% para diferentes alocações entre ações e títulos. Além disso, também será identificada qual a taxa de resgate segura que maximiza o resgate do aposentado para cada portfólio.

É importante destacar que, para o presente estudo, será assumido a existência de apenas duas classes de ativos (ações e títulos) que sofrerão um ajuste anual na alocação do patrimônio, para que o percentual entre eles seja mantido de acordo com o balanceamento escolhido. Além disso, também foi considerada a total ausência de taxas de administração, custos de transação e impostos.

Para os resgates, será considerado um valor percentual em relação ao patrimônio inicial no primeiro ano de aposentadoria, que será fixado para os anos subsequentes, independente do comportamento do patrimônio. Tendo em consideração que as séries históricas de retorno já levam em conta a inflação, o valor será corrigido pela inflação ao longo do período.

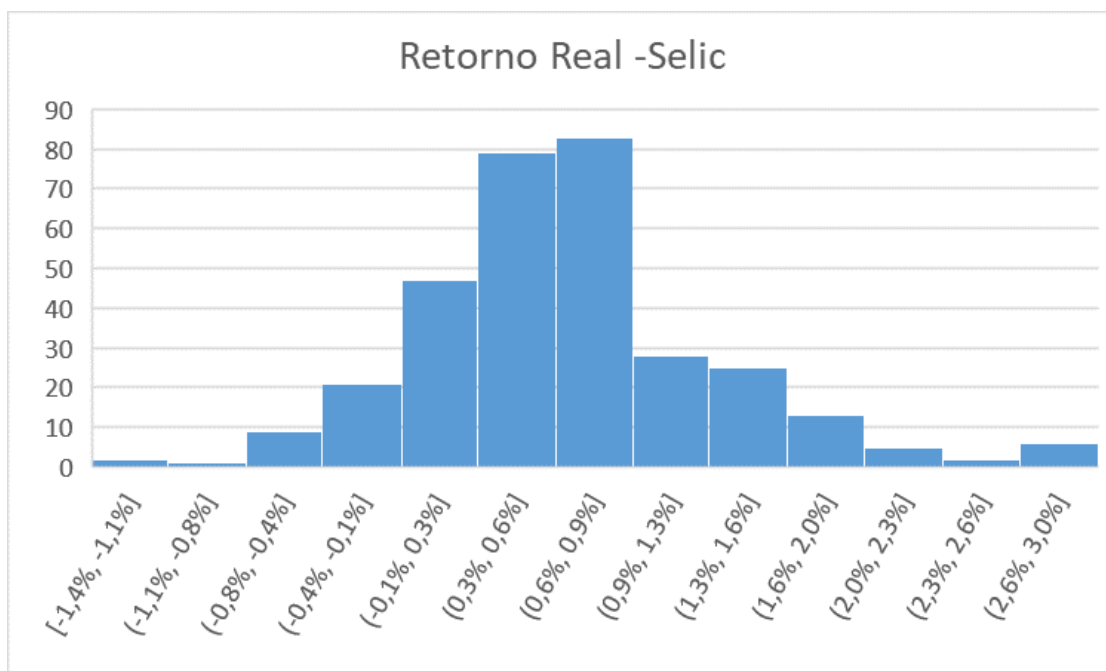
O *software* utilizado no estudo será o Excel para o tratamento dos dados, consolidação das informações e geração gráfica.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1 CARACTERÍSTICAS DOS DADOS

A Figura 3 apresenta a distribuição dos dados referentes ao retorno real mensal apresentado pela Selic entre 1995 e 2020.

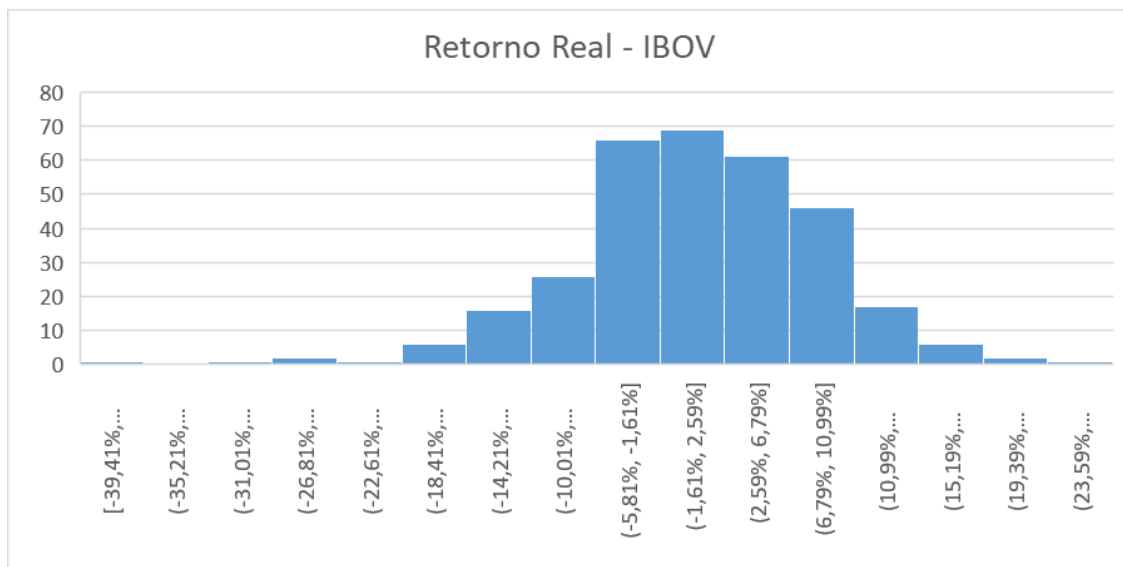
Figura 3: Distribuição do retorno real mensal - Selic (1995-2020)



Fonte dos dados: IPEA Data. Taxa de retorno mensal. Elaboração própria.

A distribuição do histograma da Figura 4 apresenta os retornos reais para o IBOVESPA entre os anos de 1995 e 2020.

Figura 4: Distribuição do retorno real mensal - Ibovespa (1995-2020)



Fonte dos dados: B3 Série Histórica. Taxa de retorno mensal. Elaboração própria..

Após a realização do teste de normalidade D'Agostinho-Pearsen, a hipótese nula de que os dados apresentam uma distribuição normal foi rejeitado. Através do teste Anderseon-Darling também foram testadas as distribuições log-normal, exponencial e Gumbel, que também foram rejeitadas.

A Tabela 4 apresenta a média, desvio padrão e correlação das séries de retornos reais mensais:

Tabela 4: Média, Desvio Padrão e Correlação das Séries

| | | |
|------------|----------|--------------|
| IBOV | Média | 0,82% |
| | Desv | 8,27% |
| Selic | Média | 0,7% |
| | Des. Pad | 0,67% |
| Correlação | | -0,027741269 |

Fonte dos dados: B3, IPEA Data. Elaboração própria.

A média e desvio padrão serão utilizados na geração dos retornos aleatórios para o IBOVESPA e a Selic.

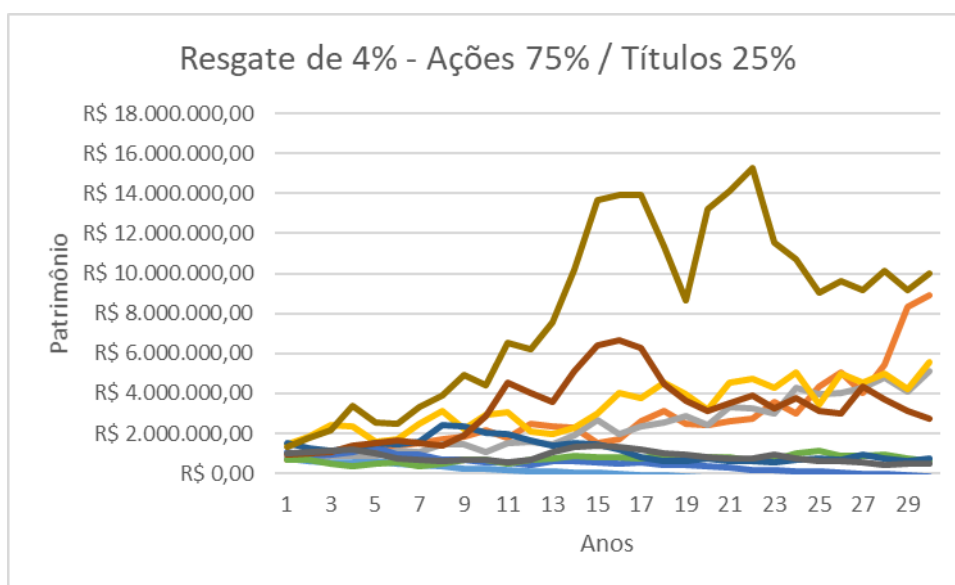
Tendo em vista que as séries são descorrelacionadas, não existe a necessidade de considerar o coeficiente de correlação na realização da simulação de Monte Carlo das séries.

5.2 RESULTADOS

Inicialmente, foi realizada uma simulação de 10 cenários, com o intuito de visualizar a dispersão de resultados em 2 cenários opostos, um com alta alocação em ações e outro com alta concentração em títulos.

A Figura 5 apresenta a dispersão de resultados possíveis, considerando a alocação concentrada em ações, com 75% e 25% para títulos. O cenário considera um patrimônio inicial de R\$ 1.000.000 e o resgate de 4% no primeiro ano, corrigindo os resgates pela inflação nos anos subsequentes.

Figura 5: Resgate de 4%. Portfólio composto por 75% de ações e 25% de títulos

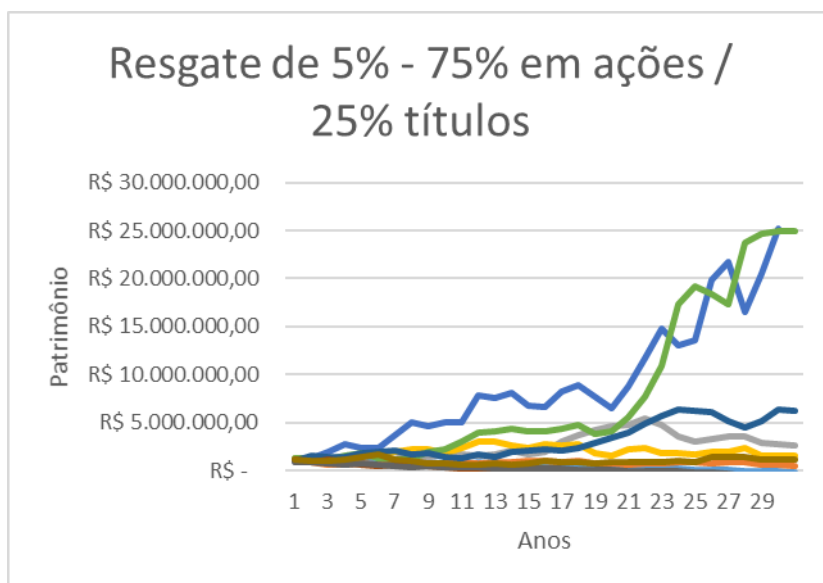


Elaboração própria

O patrimônio foi consumido antes dos 30 anos previstos para a aposentadoria em 20% dos cenários. Em todos os cenários o patrimônio durou pelo menos 15 anos. Os cenários de fracasso apresentaram a exaustão do patrimônio nos 16º e 28º anos.

A Figura 6 traz o mesmo cenário descrito acima, porém considerando um resgate de 5% ao ano.

Figura 6: Resgate de 5%. Portfólio composto por 75% de ações e 25% de títulos.

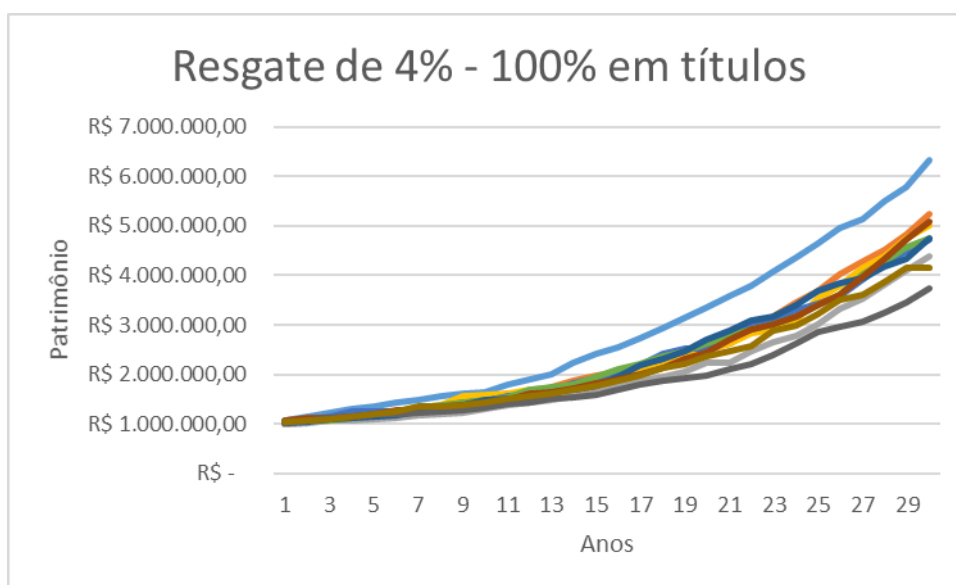


Elaboração própria

O patrimônio foi consumido antes dos 30 anos previstos para a aposentadoria em 30% dos cenários. Nos cenários de fracasso, o patrimônio foi consumido nos anos 15, 21 e 28.

A Figura 7 apresenta os resultados de um portfólio com uma alocação de 100% em títulos públicos e um resgate de 4% ao ano. O desvio padrão da série de retorno dos títulos é inferior ao observado no retorno das ações, isso faz com que a dispersão de resultados seja menor nesse caso.

Figura 7: Resgate de 5%. Portfólio composto por 100% de títulos



Elaboração própria

É possível observar que, com uma alocação de 100% em títulos públicos, em todos os cenários, o patrimônio não foi consumido até o final dos 30 anos estipulados para a aposentadoria. Os resultados mostram inclusive que em todos os casos, o patrimônio apresentou um crescimento real ao longo do período.

A tabela 5 apresenta os resultados encontrados ao realizar 10.000 simulações de Monte Carlo para diferentes faixas de resgate e alocações entre renda fixa e renda variável, além do percentual máximo de resgate suportado ao longo de 30 anos para cada uma das alocações.

Tabela 5: Taxa de fracasso para diferentes alocação de portfólios

| | | Chance de fracasso por taxa de resgate | | | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|--|--------|--------|--------|--------|
| | Resgate Máximo (fracasso >0,1%) | 4% | 5% | 7% | 8% | 9% |
| 25% renda fixa 75% ações | 1,20% | 13,49% | 25,23% | 51,10% | 60,76% | 69,35% |
| 50% renda fixa 50% ações | 2,49% | 2,36% | 8,26% | 33,72% | 51,42% | 66,69% |
| 75% renda fixa 25% ações | 4,95% | 0,00% | 0,12% | 13,44% | 40,72% | 70,42% |
| 90% renda fixa 10% ações | 6,55% | 0,00% | 0,00% | 1,16% | 29,89% | 85,24% |
| 100% renda fixa | 7,00% | 0,00% | 0,00% | 0,08% | 25,36% | 95,46% |

Elaboração própria

Tendo em vista o cenário brasileiro, onde os retornos apresentam elevada dispersão e alta taxa de juros real para ativos de renda fixa, é possível observar que uma carteira composta 100% por títulos permite a maior taxa de resgate segura de 7% do patrimônio ao ano.

Caso o aposentado aceite uma chance de 25% de exaurir o patrimônio antes do final dos 30 anos de aposentadoria, é possível manter uma taxa de resgate de 8% ao ano. Porém, ao considerar uma taxa superior a essa, a probabilidade de sucesso é de no máximo 33,31%.

Também é possível observar que, em 4 dos 5 os cenários testados, um maior percentual destinado para a alocação em ações, acarreta em uma menor SAFEMAX. A única exceção fica para uma estratégia de resgate de 9% do patrimônio onde o maior

retorno médio das ações justifica o risco a ser corrido.

Esse resultado diverge drasticamente da alocação ótima e SAFEMAX encontrada em dados históricos dos países desenvolvidos. Existem duas características que são possíveis explicações para essas diferenças: grande volatilidade nos retornos dos ativos brasileiros e a taxa de juros real superior às ofertadas em países desenvolvidos.

O desvio padrão do retorno das ações brasileiras é superior à maioria dos países desenvolvidos. Dentre os países desenvolvidos estudados por Pfau (2011), apenas Alemanha e Japão apresentam um desvio padrão superior. Essa característica agrava o risco da sequência de retornos em uma carteira com grande participação no mercado acionário.

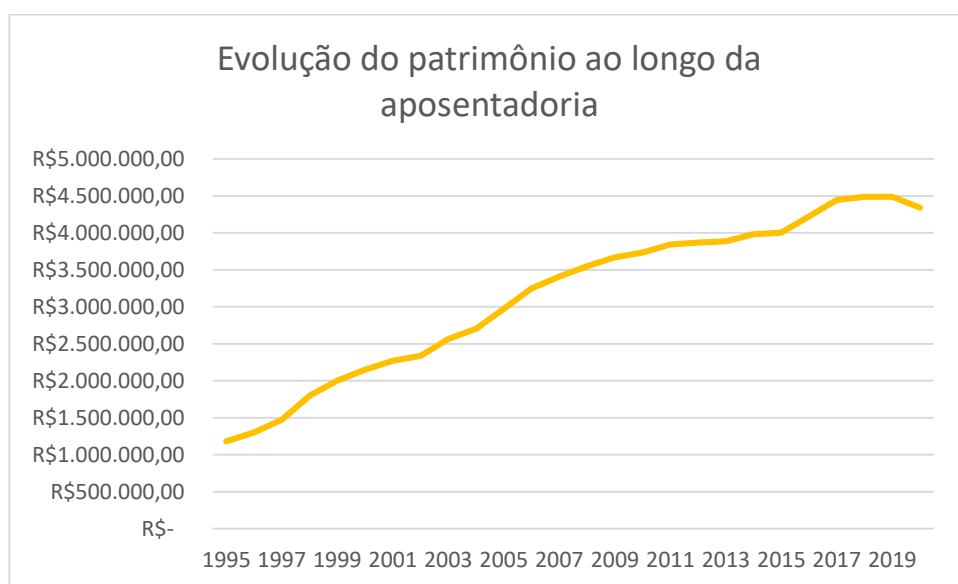
A elevada taxa de juros real dos títulos brasileiros também é um fator crucial para a manutenção de uma SAFEMAX superior aos países desenvolvidos. A média aritmética da série de retornos reais dos títulos brasileiros é de 8,8% a.a. Já dentre os países desenvolvidos analisados em Pfau (2011), a Dinamarca apresenta a maior média aritmética com 3,66% a.a. O retorno comparativamente elevado dos títulos brasileiros permite uma alocação com altos retornos e baixo desvio padrão, potencializando os resgates do patrimônio.

5.3 APLICAÇÃO EMPIRICA

O resultado apresentado, aponta que dentre as combinações testadas, a SAFEMAX é de 7% a.a. e acontece com uma alocação de 100% em títulos da dívida pública. Apesar de não termos dados empíricos para uma janela de 30 anos, é possível observar como a estratégia se comportaria desde o início dos dados, em 1995.

A Figura 9 apresenta a evolução do patrimônio de um aposentado, que possuía R\$ 1.000.000 investido no ano de 1995, seguindo a estratégia que otimiza os seus resgates.

Figura 8: Aplicação da estratégia SAFEMAX aos dados históricos brasileiros



Fonte dos dados: B3, IPEA Data. Elaboração própria

Utilizando a SAFEMAX de 7%, podemos observar que o investidor aposentado em 1995 teria multiplicado o seu patrimônio em mais de quatro vezes, mesmo mantendo a taxa de resgate. Isso acontece, principalmente, pelos altos juros reais apresentados na primeira metade dos anos da sequência.

Como já mencionado anteriormente, os retornos nos primeiros anos de aposentadoria são os mais importantes para a manutenção do patrimônio, por isso, o aposentado em 1995 teve uma sequência de retornos favorável para a sua alocação.

É importante mencionar que ao testar empiricamente uma hipótese confirmada no modelo de Monte Carlos, pressupõe-se uma previsão perfeita de eventos futuros que permite a realização da alocação ótima de 100% em títulos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista a importância de um bom planejamento de aposentadoria e o crescente número de brasileiros que buscam a aposentadoria através da construção de patrimônio por meio de ativos financeiros, o presente trabalho traz um maior embasamento para decisões de aposentadoria no mercado brasileiro. A maior janela de dados históricos, em relação a Pfau (2011), proporciona a criação de um modelo mais robusto.

Através da metodologia proposta, embasada no trabalho de Pfau (2011), o estudo pôde concluir, após a análise de 10.000 simulações de janelas de 30 anos de retornos, que uma taxa de resgate de 4% ao ano no primeiro ano de aposentadoria, corrigindo o resgate pela inflação nos anos subsequentes, é sustentável para o mercado brasileiro para os portfólios compostos por alocações iguais ou superiores a 75% em títulos.

A SAFEMAX encontrada foi de 7% ao ano, sendo composta por uma carteira exclusivamente de títulos. Também foi possível observar que quanto maior a alocação em ações, menor é a taxa de resgate segura.

Ao simular a taxa de resgate segura encontrada na janela histórica disponível, podemos observar que, o patrimônio de um aposentado que seguiu a estratégia de alocação e resgate que maximizam a possibilidade de resgates, observou uma multiplicação do seu patrimônio em 4 vezes, considerando valores corrigidos pela inflação, mesmo mantendo uma taxa anual de resgate constante de 7% ao ano.

Por outro lado, é importante destacar que a metodologia utilizada é uma análise de dados históricos e que, por isso, os resultados refletem informações a respeito de retornos passados. Sendo assim, a aplicabilidade das taxas de resgate encontradas para os próximos anos só será possível caso o mercado apresente os mesmos padrões observados nas séries históricas.

Como demonstrado em Damodaran (2019), o *earning yield* é um fator crucial para estimar os retornos esperados para o mercado acionário ao longo dos próximos anos, fator este, desconsiderados em análises feitas através da metodologia utilizada no presente trabalho.¹¹

¹¹ DAMODARAN, A. Equity Risk Premiums (ERP): Determinants, Estimation and Implications – The 2019 Edition. SSRN, 2019.

Como apontado também em Pfau et al (2013), o *bond yield* é uma variável importante no estabelecimento de uma taxa de resgate segura. Com a consistente redução dos juros reais no Brasil nos últimos anos, caso seja um cenário permanente, uma SAFEMAX mais conservadora pode ser necessária a partir de então.¹²

Dessa forma, a conclusão encontrada nesse estudo, não deve ser considerada como definitiva na determinação de uma taxa de resgate para o futuro. Abordagens que considerem expectativas de retornos futuros com base nos critérios citados acima e estratégias de resgates flexíveis, podem complementar a tomada de decisão.

¹² FINKE, M. S.; PFAU, W. D.; BLANCHETT, D. The 4 Percent Rule is Not Safe in a Low-Yield World . 2013. Disponível em SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2201323>

7 BIBLIOGRAFIA

BENGEN, WP. Determining withdrawal rates using historical data. **Journal of Financial planning**, 1994

BAUER, WF. The monte carlo method. **Journal of the Society for Industrial and Applied**, 1958.

HENDERSON, R. Bounded Monte Carlo simulation of critical information related to retirement planning. **Journal of Asset Management**, 2013

FINKE, M.; PFAU, W.; BLANCHETT, D. The 4% Rule is Not Safe in a Low-Yield World. **SSRN 2201323**, 2013

PFAU, W. An International Perspective on Safe Withdrawal Rates from Retirement Savings: The Demise of the 4 Percent Rule? **Journal of Financial Planning**, 2010.

PFAU, W. MENG, C. Safe withdrawal rates from retirement savings for residents of emerging market countries. 2011. Disponível em: <https://mpa.ub.uni-muenchen.de/31080>

LASTER, D; VRDOLAJK, N; SURI, A. Strategies for Managing Retirement Risks. **The Journal of Retirement**, 2016.

Raio X do Investidor Brasileiro, 3º edição. **ANBIMA**, 2020. Disponível em: https://www.anbima.com.br/pt_br/especial/raio-x-do-investidor-2020.htm

Raio X do Investidor Brasileiro, 4º edição. **ANBIMA**, 2021. Disponível em: https://www.anbima.com.br/pt_br/especial/raio-x-do-investidor-2021.htm

DAMODARAN, A. Equity Risk Premiums (ERP): Determinants, Estimation and Implications – The 2019 Edition. **SSNR**, 2019.

COOLEY, P. L.; HUBBARD, C. M.; WALZ, D. T. Retirement savings: Choosing a withdrawal rate that is sustainable. **Journal of the American Association of Individual Investors**, 1998.

AMERIKS, J.; VERES, R.; WARSHAYSKY, M. J. Making retirement income last a lifetime. **Journal of Financial Planning**, 2001.

SPITZER, J. J.; STRIETER, J. C.; SINGH, S. Guidelines for withdrawal rates and portfolio safety during retirement. **Journal of Financial Planning**, 2007.

FINKE, M. S.; PFAU, W. D.; BLANCHETT, D. The 4 Percent Rule is Not Safe in a Low-Yield World . 2013. Disponível em SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2201323>

BAUER, W.F. The Monte Carlo Method. **Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics**, 1958.