



## 1. Introdução

A análise ALM (Assets Liability Management) é um instrumento de avaliação financeira que auxilia gestores de fundos de pensão e Regimes Próprios da Previdência Social na definição de estratégias de investimento de longo prazo baseando-se em uma formulação computacional estocástica formulada sob a ótica da programação estocástica em multiestágios. Na formulação do ALM como prevista neste relatório é possível identificar sugestões de alocações ótimas a serem aplicadas nas classes de investimentos de Renda Fixa (CDI, IMA-B e títulos do Tesouro IPCA até 2045 (antiga NTN-B 2045) e Renda Variável (IBOVESPA, S&P500 e MSCI), as quais são as mais relevantes no aspecto do fundo Reciprev. Adicionalmente, o modelo considera duas alocações financeiras, uma para marcação na curva e outra destinada aos empréstimos consignados, ambas consideradas com projeções ao longo do período em análise.

A alocação ótima dos investimentos é determinada por duas abordagens: (1) pela maximização do patrimônio líquido esperado do fundo (modelo patrimônio) e (2) pela minimização da alíquota de contribuição esperada ao longo da janela de análise. Em ambos os modelos, levam-se em consideração os fluxos de ativos e passivos esperados do fundo, bem como as restrições legais de alocação de recursos, conforme normas previstas em lei.

Na solução dos problemas de otimização adota-se uma estratégia estocástica em múltiplos estágios e baseada em uma árvore de cenários. A análise permite, assim, a obtenção de solução ao longo de um ciclo de 10 anos a frente, compreendendo-se um universo de 19.683 possibilidades num estado futuro projetado para a economia e considerando um período anual de 2022 a 2031. A seguir, são elencadas premissas consideradas na definição dos valores dos parâmetros e dos cenários utilizados pelo modelo:

- **Premissa 1:** A rentabilidade em investimentos de renda fixa será aproximada pelos retornos do Certificado de Depósito Interbancário (CDI), do índice IMA-B e do título do Tesouro IPCA até 2045 com marcação na curva (antiga NTN-B 2045);
- **Premissa 2:** A rentabilidade em investimentos de renda variável será aproximada pelos retornos do índice Bovespa e de dos índices internacionais S&P500 (representando o mercado de ações americano) e MSCI (representando uma referência global dos mercados).
- **Premissa 3:** Considerando séries anuais de retornos para cada um dos índices listados (CDI, IMA-B, Tesouro IPCA 2045, IBOVESPA, S&P500 e MSCI), obtidas para o período de 2000 a 2021, o programa estima três referências medianas nas regiões delimitadas pelos 1º, 2º e 3º quartis das distribuições empíricas das séries de retornos das classes de investimentos consideradas. Essas regiões são consideradas, respectivamente, como cenários de baixa, média e alta, com respectivas probabilidades de ocorrência definidas em 25%, 50% e 25%. A árvore de cenários contempla 19.683( $3^9$ ) nós finais.

## 2. As restrições do modelo

A modelagem ALM proposta considera as seguintes equações:

- **1. Equação de saldo de caixa:** Em um dado período, o valor arrecadado pelas contribuições previdenciárias, acrescido de montantes referentes aos parcelamentos e compensações, é utilizado para pagamento de benefícios previdenciários e alocação financeira nas classes de investimentos CDI, IMA-B, Tesouro IPCA até 2045, IBOVESPA, S&P500 e MSCI, conforme política de investimentos do RPPS Reciprev.
- **2. Equações de estoque financeiro de ativos de cada classe:** Em um dado período, os valores alocados nas classes de investimentos (CDI, IMA-B, Tesouro IPCA até 2045, IBOVESPA, S&P500 e MSCI) equivalem àqueles alocados até o período anterior (atualizados pelos retornos cumulativos) e pelas compras e vendas realizadas entre as classes de investimento.
- **3. Equação do ativo agregado:** O valor agregado dos investimentos é atualizado de acordo com as rentabilidades auferidas período a período e sobre cada um dos cenários, considerando as probabilidades de ocorrência em cada cenário (baixa, média e alta).

- 4. **Equação de ajuste para déficit:** avalia o déficit baseando-se no valor de mínimo de 1,5 para a razão de garantia corrigida (caso haja déficit) período a período.
- 5. **Equações de intervalo de variação para alíquota de contribuição:** essas equações estão presentes apenas no modelo alíquota e permitem que a gestão do fundo defina restrições de política para uma alíquota de contribuição média, especificando limites inferior e superior e um parâmetro de incremento/redução sob os cenários.
- 6. **Equações para política de investimentos:** definem a política de investimento do fundo para para o mix de ativos.

### 3. Definição do Salário agregado e obrigações do fundo

A análise ALM realizada para o fundo Reciprev considera o período de 2022 (meses de Outubro a Dezembro) a 2031, para o qual são projetadas as séries (anuais) representativas dos fluxos financeiros de salários, arrecadação sobre os salários, outras fontes de receita (parcelamento e compensação financeira), receita total e fluxo de caixa descontado para as despesas previdenciárias<sup>1</sup>. Os dados são baseados na avaliação atuarial da Reciprev e são mostrados na Tabela 1. As séries de valores atualizados foram obtidas utilizando-se as projeções atuariais do RPPS Reciprev refletidas para o período de 2022 a 2096.

**Tabela 1:** Descrição salários agregados, arrecadações sobre os salários, outras receitas previdenciárias, receita total e fluxo de caixa descontado para as despesas previdenciárias do fundo Reciprev entre 2022 e 2031 (valores em milhões de reais) - Modelo patrimônio.

Ano	Salário 1 <sup>2</sup>	Salário 2 <sup>3</sup>	Salário 3 <sup>4</sup>	Salário Agregado <sup>5</sup>	Arrecadação sobre salários	Outras receitas	Receita total	Valor presente do fluxo de Despesas Previdenciárias
2022	R\$196,68	R\$179,73	R\$86,15	R\$462,17	R\$68,64	R\$9,87	R\$78,51	R\$6.125,55
2023	R\$636,96	R\$583,94	R\$277,26	R\$1.496,82	R\$222,30	R\$33,63	R\$255,94	R\$6.335,33
2024	R\$631,59	R\$580,80	R\$276,20	R\$1.487,40	R\$220,90	R\$35,50	R\$256,40	R\$6.354,91
2025	R\$619,28	R\$570,27	R\$279,36	R\$1.468,39	R\$218,08	R\$37,65	R\$255,73	R\$6.376,57
2026	R\$607,15	R\$559,94	R\$281,77	R\$1.448,94	R\$215,19	R\$22,01	R\$237,20	R\$6.395,97
2027	R\$593,89	R\$547,65	R\$284,75	R\$1.427,04	R\$211,94	R\$23,47	R\$235,41	R\$6.413,80
2028	R\$574,72	R\$530,30	R\$290,21	R\$1.397,04	R\$207,48	R\$25,72	R\$233,21	R\$6.429,37
2029	R\$558,87	R\$516,32	R\$292,95	R\$1.370,70	R\$203,57	R\$27,14	R\$230,71	R\$6.439,98
2030	R\$539,13	R\$497,97	R\$298,64	R\$1.339,40	R\$198,92	R\$28,57	R\$227,49	R\$6.448,23
2031	R\$522,19	R\$482,45	R\$302,10	R\$1.311,22	R\$194,74	R\$29,97	R\$224,71	R\$6.450,92

### 4. Política de investimentos

A política de investimentos considerada na modelagem é descrita na Tabela 2 a seguir:

**Tabela 2:** Descrição da política de investimentos atual do fundo Reciprev.

Classe de investimento	Limite inferior	Limite superior
CDI	0%	25%
IMA-B	0%	100%
Tesouro IPCA até 2045	0%	100%
IBOVESPA	0%	30%
S&P500	0%	5%
MSCI	0%	5%

### 5. Apontamentos de Alta e Baixa

A definição dos apontamentos das classes é feita considerando situações extremas e relativame ao CDI. Nesse sentido, apontam-se as classes de investimentos em Alta ou Baixa, conforme o CDI apresente cenário de alta ou baixa. A Tabela 3 apresenta as combinações de apontamentos (Alta/Baixa) das classes utilizados como referência para a presente análise.

**Tabela 3:** Descrição dos cenários e apontamentos extremos para os índices considerados em análise.

Índice	CDI em alta	CDI em baixa
IPCA	Alta	Baixa
IMA-B	Baixa	Alta
Tesouro IPCA até 2045	Alta	Baixa
IBOVESPA	Baixa	Alta
S&P500	Baixa	Alta
MSCI	Baixa	Alta

## 6. Outros parâmetros e entradas do modelo

- **Montante inicial em conta corrente (em milhões):** R\$ 0,00
- **Razão de garantia (corrigida de déficit) mínima:** 1,5
- **Parâmetro de aversão ao risco<sup>6</sup>:** 32
- **Alíquota de arrecadação previdenciária sobre os salários dos servidores ativos, atuais inativos e futuros inativos (correspondente ao salário 1):** 14%
- **Alíquota de arrecadação patronal para servidores ativos (correspondente ao salário 2):** 15,23%
- **Alíquota de arrecadação patronal para servidores inativos e futuros inativos (correspondente ao salário 3):** 15,94%
- **Alíquota de arrecadação previdenciária média utilizada no modelo alíquota (patronal e empregados):** 14,85%
- **Outros aspectos sobre as contribuições previdenciárias:** Para o modelo patrimônio, são consideradas cinco fontes de receita previdenciária: (a) contribuição dos servidores ativos, atuais inativos e futuros inativos (alíquota de contribuição em 14%), (b) contribuição de entidade sobre os servidores ativos (alíquota de contribuição em 15,23%), (c) contribuição de entidade sobre servidores atuais inativos e futuros inativos (alíquota de contribuição em 15,94%), (d) parcelamentos e, (e) compensações financeiras. No modelo alíquota, a taxa de contribuição é fixada no valor médio entre as alíquotas dos itens (a) a (c), resultando na taxa média de 14,85%, a qual é aplicada sobre a arrecadação agregada entre servidores ativos, atuais inativos e futuros inativos, bem como sobre as respectivas contribuições de entidade. Como no modelo patrimônio, também são consideradas as receitas advindas de parcelamentos e das compensações financeiras.

## 7. Alocação inicial dos investimentos (considerando fechamento em Setembro de 2022)

- **Renda Fixa CDI:** R\$55.542,97
- **Renda Fixa IMA-B:** R\$303.127,78
- **Renda Fixa Tesouro IPCA até 2045:** R\$0,00
- **Renda Variável IBOVESPA:** R\$589.967,13
- **Internacional S&P500:** R\$0,00
- **Internacional MSCI:** R\$0,00
- **Capital marcado na curva:** R\$1.802.012,97

- **Capital alocado em consignados:** R\$0,00
- **Saldo em conta corrente:** R\$0,00
- **Total:** R\$2.750.650.880,94

## 8. Referências centrais de retornos reais para dados históricos

A Tabela 4 mostra as referências centrais (valores medianos) nas regiões quartílicas 0% – 25%, 25% – 75% e 75% – 100% da distribuição empírica dos retornos reais (corrigidos pelo IPCA) dos índices, quando consideramos o período de análise de 2000 a 2021.<sup>7</sup> As rentabilidades reais são consideradas como referências de retornos face aos cenários de baixa, média e alta para cada índice (CDI, IMAB, IBOVESPA, S&P500 e MSCI) e tendo como base a hipótese de CDI em alta, média ou baixa.<sup>8</sup> Para a classe de investimentos Tesouro IPCA até 2045, são consideradas as taxas de retorno reais em investimentos projetados para marcação na curva

**Tabela 4:** Referências centrais de retornos reais (anuais) por classe de investimento considerando os valores medianos nas regiões quartílicas 0% – 25%, 25% – 75% e 75% – 100%. Séries anuais históricas consideradas a partir de 2000 e até 2021.

Classe/Cenário	CDI em alta	CDI mediano	CDI em baixa
CDI	7,89%	5,59%	3,46%
IMAB	-2,23%	7,05%	13,21%
Tesouro IPCA até 2045	7,39%	5,94%	3,97%
IBOVESPA	-27,27	5,10%	59,98%
S&P500	-18,85%	6,46%	42,16%
MSCI	-16,32%	1,63%	38,48%

A Tabela 5 mostra as referências centrais de retornos reais<sup>9</sup> por classe de investimentos auferidas em cada um dos apontamentos feitos para o CDI (alta ou baixa), conforme descritos na Tabela 3.

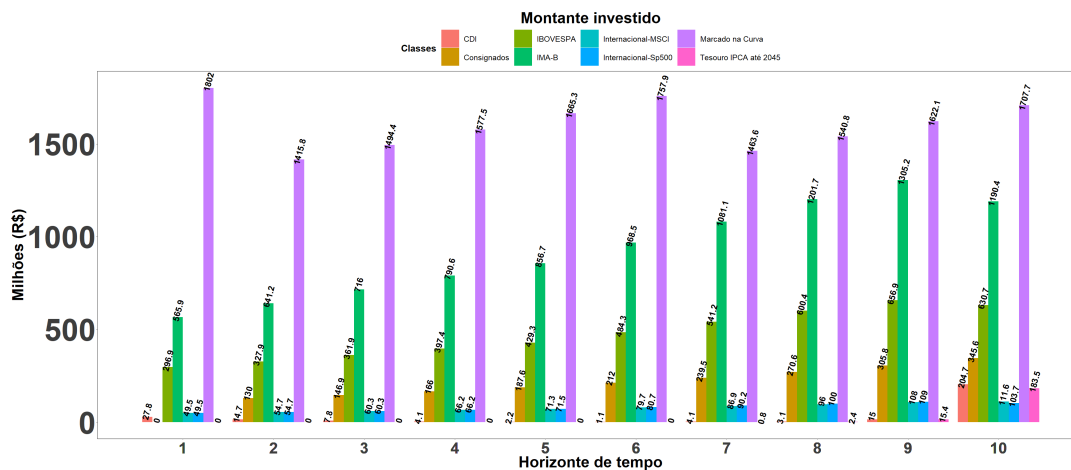
**Tabela 5:** Referências centrais de retornos reais (anuais) por classe de investimento considerando os valores medianos nas regiões quartílicas 0% – 25%, 25% – 75% e 75% – 100% e para cenários econômicos extremos. Séries anuais históricas consideradas a partir de 2000 a 2021.

Classe	CDI em alta	CDI em baixa
CDI	7,89%	3,46%
IMA-B	-2,23%	13,21%
Tesouro IPCA até 2045	7,39%	3,97%
IBOVESPA	-27,27%	59,98%
S&P500	-18,85%	42,16%
MSCI	-16,32%	38,48%

## 9. Análise de resultados para o modelo patrimônio

### 9.1 Alocação ótima, saldos de compra e venda

A Figura 1 contém os resultados para as sugestões de alocações ótimas obtidas pelo “modelo patrimônio” e considerando dados reais do RPPS Reciprev, conforme descritos nas Seções 1 a 8. Os valores são mostrados em milhões de reais e para cada classe de investimento (CDI, IMA-B, IBOVESPA, S&P500, MSCI, Tesouro NTN 2045, Consignados e Marcação na curva). É válido destacar que os montantes referentes à marcação na curva e empréstimos consignados são obtidos conforme orientação da gestão do RPPS Reciprev, buscando-se uma estratégia de alocação em equilíbrio com a meta atuarial do fundo. A Tabela 6 mostra a evolução das alocações de capital em Marcação na curva e em Consignados. A Marcação na curva está dividida em duas aplicações, MC1 e MC2, com retornos reais (anuais) de 5,276% a.a e 6,675% a.a, respectivamente. A alocação em empréstimos consignados possui uma rentabilidade real (anual) estimada em 13% a.a.



**Figura 1:** Alocações sugeridas (em Milhões de R\$) para cada classe de investimento entre 2023 e 2031. Valores aproximados em uma casa decimal.

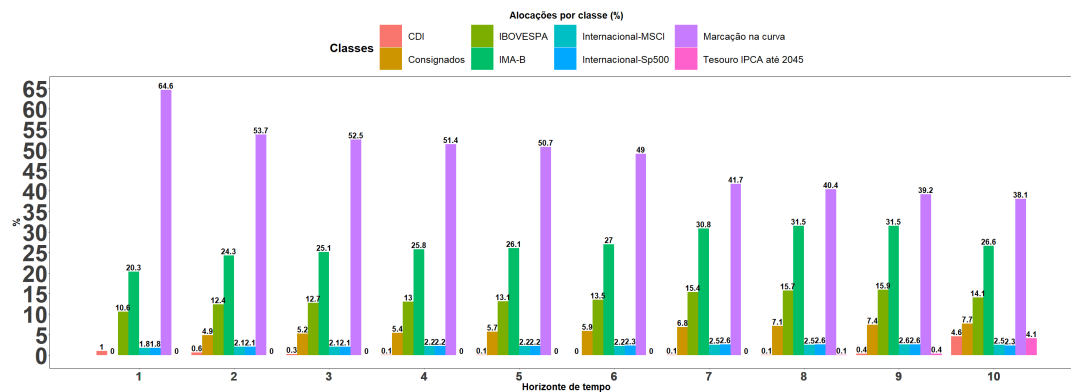
**Tabela 6:** Descrição dos montantes alocados em marcação na curva e consignados no período de 2022 a 2031.

Período	Marcação na curva 1 (IPCA + 5,276%) - MC1	Marcação na curva 2 (IPCA + 6,675%) - MC2	Total Marcado na curva (MC1+MC2)	Consignados (IPCA+13%)
0	1.535,808	266,204	1.802,013	0,000
1	1.131,786	283,973	1.415,760	130,000
2	1.191,499	302,928	1.494,428	146,900
3	1.254,363	323,149	1.577,512	165,997
4	1.320,543	344,719	1.665,263	187,577
5	1.390,215	367,729	1.757,945	211.962
6	1.463,562	0,000	1.463,563	239,517
7	1.540,780	0,000	1.540,781	270,654
8	1.622,072	0,000	1.622,072	305,839
9	1.707,652	0,000	1.707,653	345,598

Como pode-se observar, o modelo sugere crescimento de posição, incluindo a rentabilidade entre os períodos, nas classes IMA-B (de mínimo em 565,9 para máximo em 1.305,2 milhões) e IBOVESPA (de mínimo em 296,9 para máximo em cerca de 656,9 milhões) no horizonte de tempo de 2022 a 2031. A alocação na classe CDI é superior em 2022 ( $\approx 27,8$  milhões), apresentando tendência decrescente entre 2022 e 2029 e apresentando crescimento em 2030 e 2031 ( $\approx 15$  e  $\approx 204,7$ , respectivamente). A classe Tesouro IPCA até 2045 recebe sugestões de alocações apenas entre 2028 e 2031 ( $\approx 0,8$ ,  $2,4$ ,  $15,4$  e  $\approx 183,5$  milhões, respectivamente). Para os ativos internacionais, entre 2022 e 2031, projetam-se trajetórias ascendentes (de  $\approx 50$  em cada classe para  $\approx 111,6$  milhões (MSCI) e  $103,7$  milhões (S&P500)). Ante o exposto, e dada a composição do passivo do RPPS Reciprev, configura-se como bom cenário para o fundo Reciprev.

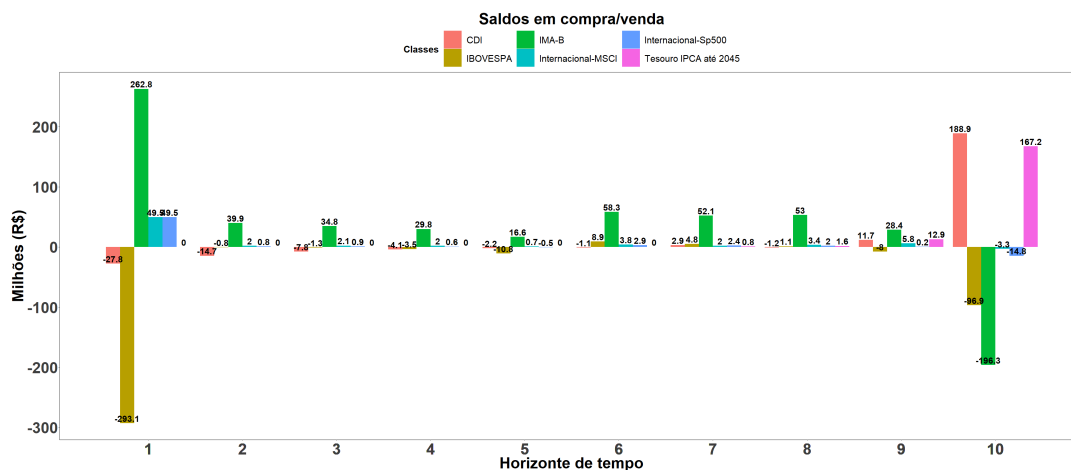
A Figura 2 mostra as referências de alocações ótimas (entre as classes de investimento) relativas às projeções de patrimônio para o fundo Reciprev. As alocações em marcação na curva e consignados são escolhidas de forma exógena (fora do modelo de otimização). Uma vez que a classe de investimentos Tesouro IPCA até 2045 é precificada com rentabilidade real para marcação na curva, o percentual de alocação sugerido para esta classe de investimentos pode ser agregado à alocação em marcação na curva definida pela gestão do RPPS Reciprev e descrita na Tabela 6. De acordo com os resultados, são projetadas alocações relativas iniciando em  $64,6\%$  e finalizando em  $38,1\%$  para o capital marcado na curva, esta última acrescida do percentual em Tesouro IPCA até 2045 sobe para  $42,2\%$ . A alocação em consignados varia de  $4,9\%$  (em 2023) para  $7,7\%$  (em 2031). Entre as classes de investimento com alocações obtidas de forma endógena (dentro do do modelo de otimização), no período de 2022 a 2031 (valores 1 a 10 no horizonte de tempo), o modelo patrimônio sugere uma alocação mais concentrada nas classes IMA-B ( $\approx 20,3\% - 31,5\%$ ), seguido da

classe IBOVESPA ( $\approx 10,6 - 15,9\%$ ). A classe CDI apresenta valores percentuais superiores em 2022 e em 2031 ( $\approx 1\%$  e  $\approx 4,6\%$ , respectivamente). A classe Tesouro IPCA até 2045 recebe sugestões de alocações apenas entre 2028 e 2031 ( $\approx 0,02\%$ ,  $0,1\%$ ,  $0,4\%$  e  $\approx 4,1\%$ , respectivamente). No lado internacional, a modelagem sugere alocações iniciando em cerca de  $1,8\%$  para cada índice (MSCI e S&P500) e finalizando em cerca de  $2,5\%$  (MSCI) e  $2,3\%$  (S&P500).



**Figura 2:** Alocações percentuais sugeridas para as classes de investimento de 2022 a 2031. Valores aproximados em uma casa decimal.

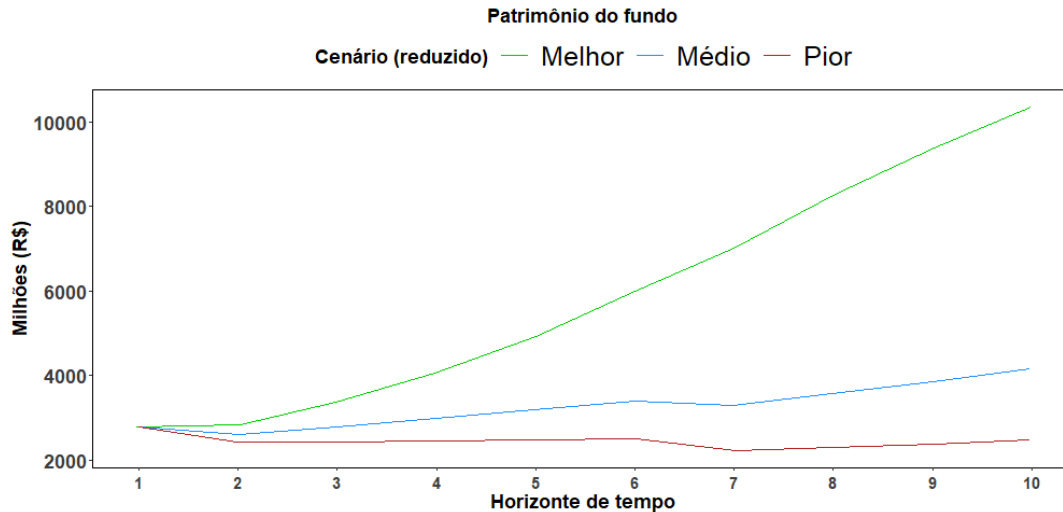
A Figura 3 mostra as evoluções anuais dos saldos em compras/vendas entre as classes de ativos CDI, IMA-B, Tesouro IPCA até 2045, IBOVESPA, S&P500 e MSCI. Como é possível observar, em 2022 (horizonte de tempo 1), a sugestão do modelo são aportes aproximados de 262,8, 49,5 e 49,5 milhões nas classes IMA-B, MSCI e S&P500, respectivamente e de vendas nos montantes aproximados de 27,8 e 293,1 milhões nas classes CDI e IBOVESPA, respectivamente. Nesse sentido, entendem-se as vendas nas classes CDI e IBOVESPA como sendo realizações parciais de lucro nas posições alocadas entre Dezembro/2021 e Agosto/2022 ou ajustes nas posições compradas nesse período. Para o ano de 2023 (horizonte de tempo 2), são sugeridos saldos de compra nas classes IMA-B, S&P500 e MSCI ( $\approx 39,9, 0,8$  e  $2$  milhões, respectivamente), e posições de venda em cerca de  $14,7$  e  $0,8$  milhões nas classes CDI e IBOVESPA, respectivamente. Ao longo dos anos 2024 e 2030, o modelo sugere compras na classe IMA-B (variando entre  $16,6$  milhões (2026) e  $58,3$  milhões (2027)). Nesse sentido, observam-se saldos positivos em movimento decrescente para a classe IMA-B entre 2022 e 2026, apresentando valores entre  $52,1$  e  $58,3$  milhões entre 2027 e 2029 e  $28,4$  milhões em 2030. Os saldos projetados para o IBOVESPA são de vendas entre 2023 e 2026, compras entre 2027 e 2029 e venda em cerca de  $8$  milhões em 2030. Para a classe Tesouro IPCA até 2045 são sugeridos aportes no período de 2028 a 2031 (variando de  $\approx 0,8$  milhões em 2028 para  $\approx 167,2$  milhões em 2031). As sugestões para o MSCI e S&P500 no período de 2023 a 2030 apresentam-se essencialmente em compras, variando entre  $0,2$  e  $2,9$  milhões (S&P500) e variando entre  $0,7$  e  $5,8$  milhões (MSCI). O cenário esperado para o ano de 2031 é orientado às compras nas classes CDI ( $\approx 188,9$  milhões) e Tesouro IPCA até 2045 ( $\approx 167,2$  milhões) e vendas nas demais classes de investimentos ( $\approx 96,9, 196,3, 3,3$  e  $14,8$  milhões para o IBOVESPA, IMA-B, S&P500 e MSCI, respectivamente).



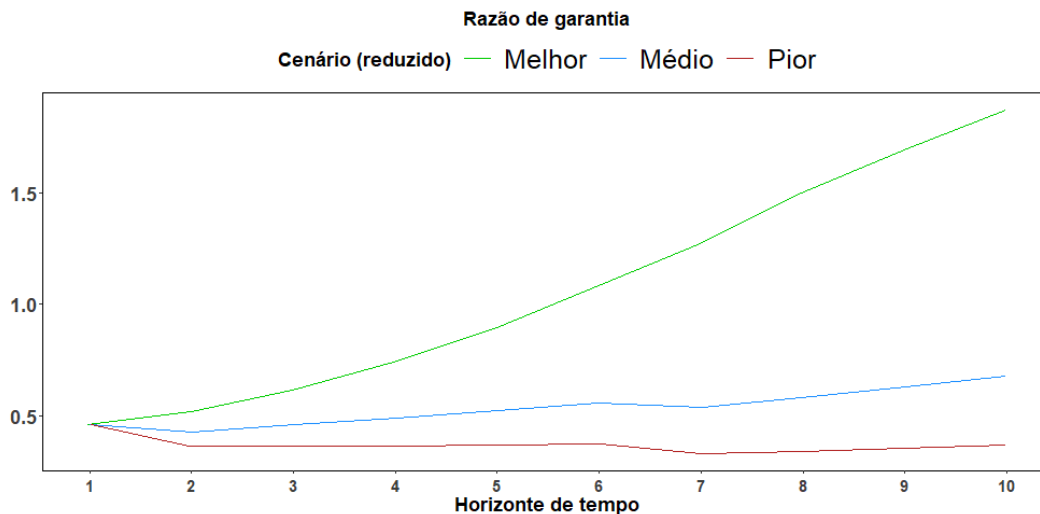
**Figura 3:** SalDOS em compras/vendas para cada classe de investimento entre 2022 e 2031. Valores aproximados em uma casa decimal.

## 9.2 Gráficos de Ramos extremos e árvores de possibilidades

As Figuras 4 a 6 mostram os gráficos de ramos extremos considerando apenas cenários de alta, média ou baixa. Os gráficos são mostrados para patrimônio (Figura 4), razão de garantia (Figura 5) e passivos (Figura 6) do RPPS Reciprev. Em resumo, esses gráficos mostram as trajetórias esperadas das variáveis se apenas cenários de baixa/média/alta ocorrerem. Conforme observado nas Figuras 4 e 5, sob a ocorrência de cenários apenas medianos, esperam-se o patrimônio do fundo em cerca de 4 bilhões em 2031 e uma razão de garantia em torno de 0,7. Havendo apenas cenários de baixa, em 2031, esperam-se o patrimônio do fundo em cerca de 2,8 bilhões e uma razão de garantia de aproximadamente 0,74 em 2031. No lado extremamente otimista (apenas cenários positivos), a razão de garantia esperada é de aproximadamente 1,7 e o patrimônio do fundo em cerca de 10,3 bilhões de reais em 2031.



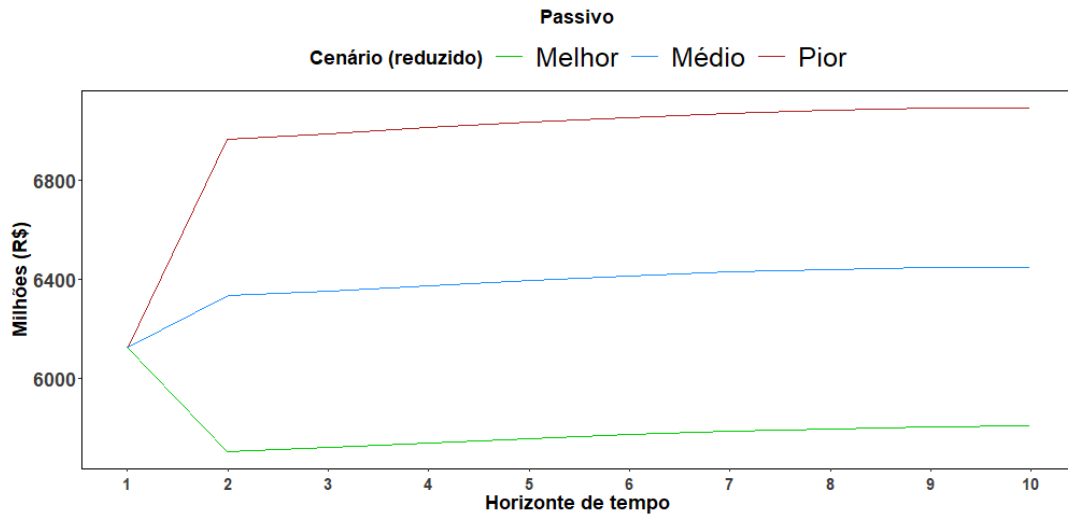
**Figura 4:** Gráfico de ramos extremos para o patrimônio do fundo (projeções para o período de 2022 a 2031).



**Figura 5:** Gráfico de ramos extremos para a razão de garantia do fundo (projeções para o período de 2022 a 2031). Valores obtidos considerando o fluxo descontado de despesas previdenciárias no período de 2022 a 2097.

A Figura 6 contém o gráfico de ramos extremos para as trajetórias de baixa/média/alta do passivo esperado do fundo Reciprev no período de 2022 a 2031. Na presente análise, consideram-se os valores médios como sendo aqueles divulgados na atuarial do fundo projetada para o referido período, com os valores de alta e baixa sendo obtidos por uma margem de 10% abaixo (cenário melhor) ou 10% acima (cenário pior). Na análise, consideram-se as projeções nos anos 2022 a 2031 para o fluxo de caixa descontado de despesas previdenciárias no período de 2022 a 2097. Como pode-se observar, sob a ocorrência de apenas cenários ruins (bons), a projeção final (em 2031) para o fluxo de caixa das despesas previdenciárias se estabelece em torno de 7 (5,8) bilhões de reais. Sob a ocorrência de apenas cenários de média, a projeção final (em 2031) para o fluxo de caixa das despesas previdenciárias se estabelece em cerca de 6,4 bilhões de reais.





**Figura 6:** Gráfico de ramos extremos para o passivo do fundo (projeções para o período de 2022 a 2031). Valores obtidos considerando o fluxo descontado de despesas previdenciárias no período de 2022 a 2097.

As árvores de possibilidades para o patrimônio esperado, razão de garantia e pagamentos de benefícios são mostradas nas Figura 7 a 9. Como pode-se observar, a trajetória do patrimônio esperado do RPPS Reciprev (Figura 7) finaliza com valores variando entre 3,72 bilhões (pior cenário), 4,37 bilhões (melhor cenário) e 5,41 bilhões de reais no cenário mediano. A Razão de garantia (Figura 8), calculada considerando-se o fluxo de caixa descontado de despesas previdenciárias no período de 2022 a 2097, finaliza com valores entre 0,61 (pior cenário) e 0,89 (melhor cenário) e 0,71 no cenário mediano. As projeções de pagamentos em benefícios (Figura 9) indicam um fluxo de pagamentos em benefícios, variando entre 249,5 e 305 milhões em 2022 e finalizando em aproximadamente 302 milhões em todos os cenários econômicos finais (em 2031).

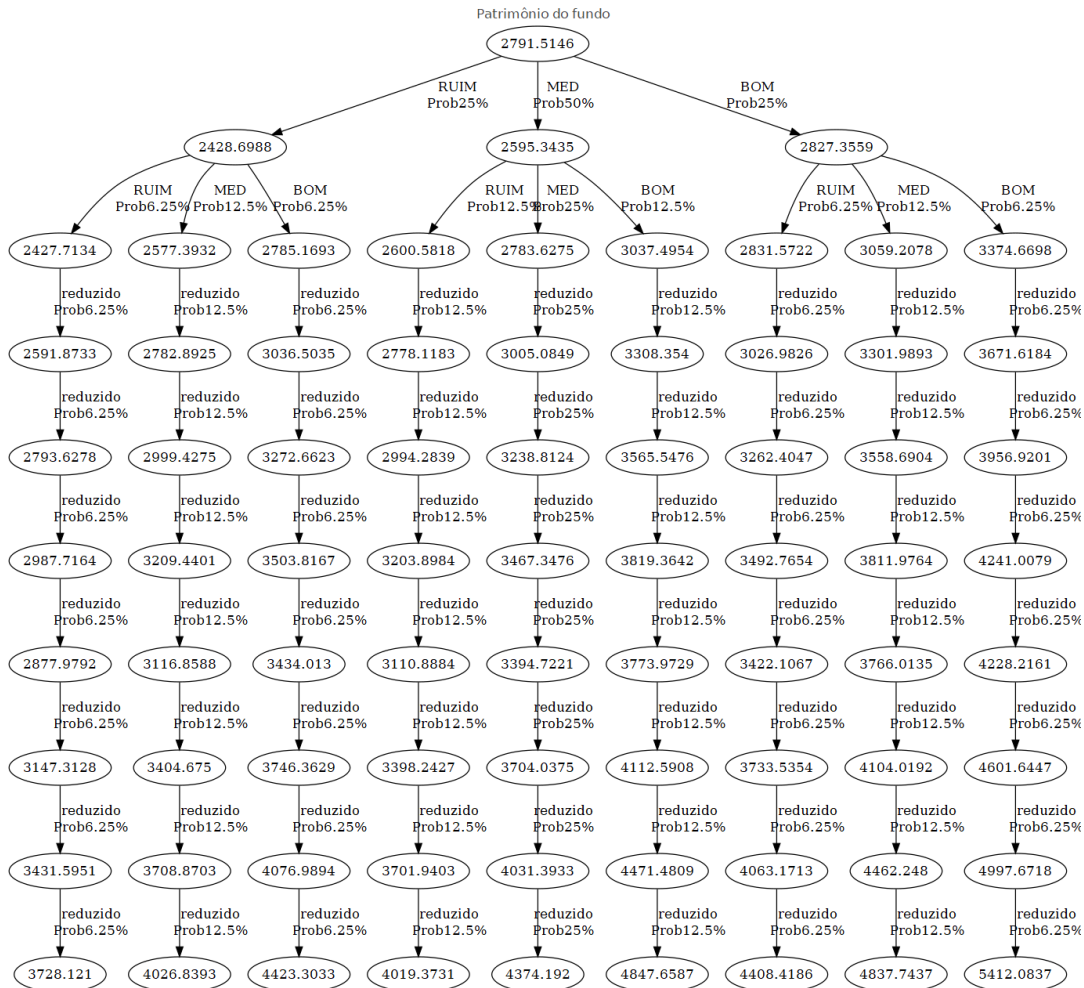




Figura 7: Árvore de possibilidades para o patrimônio do fundo (projeções para o período de 2022 a 2031).

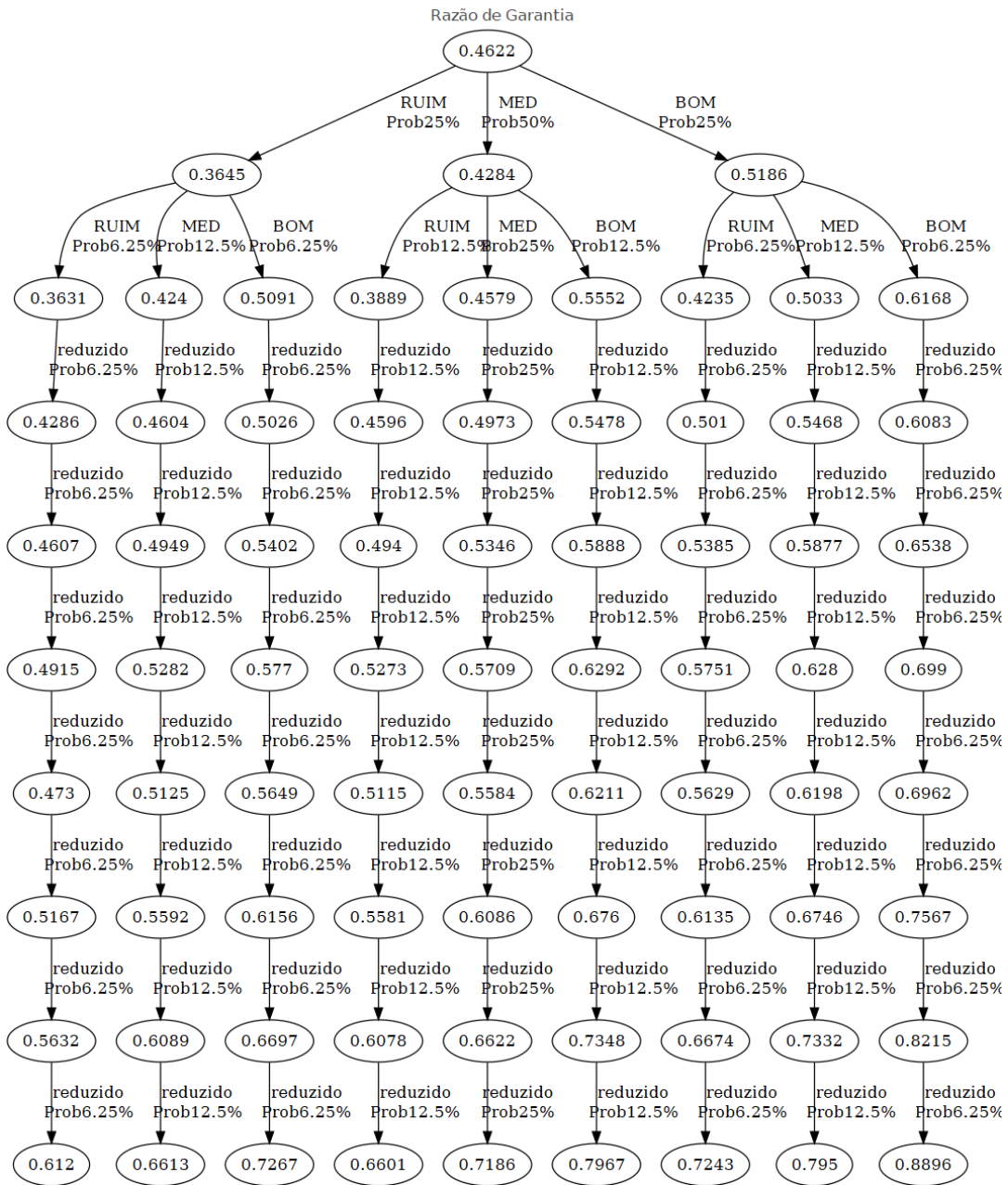
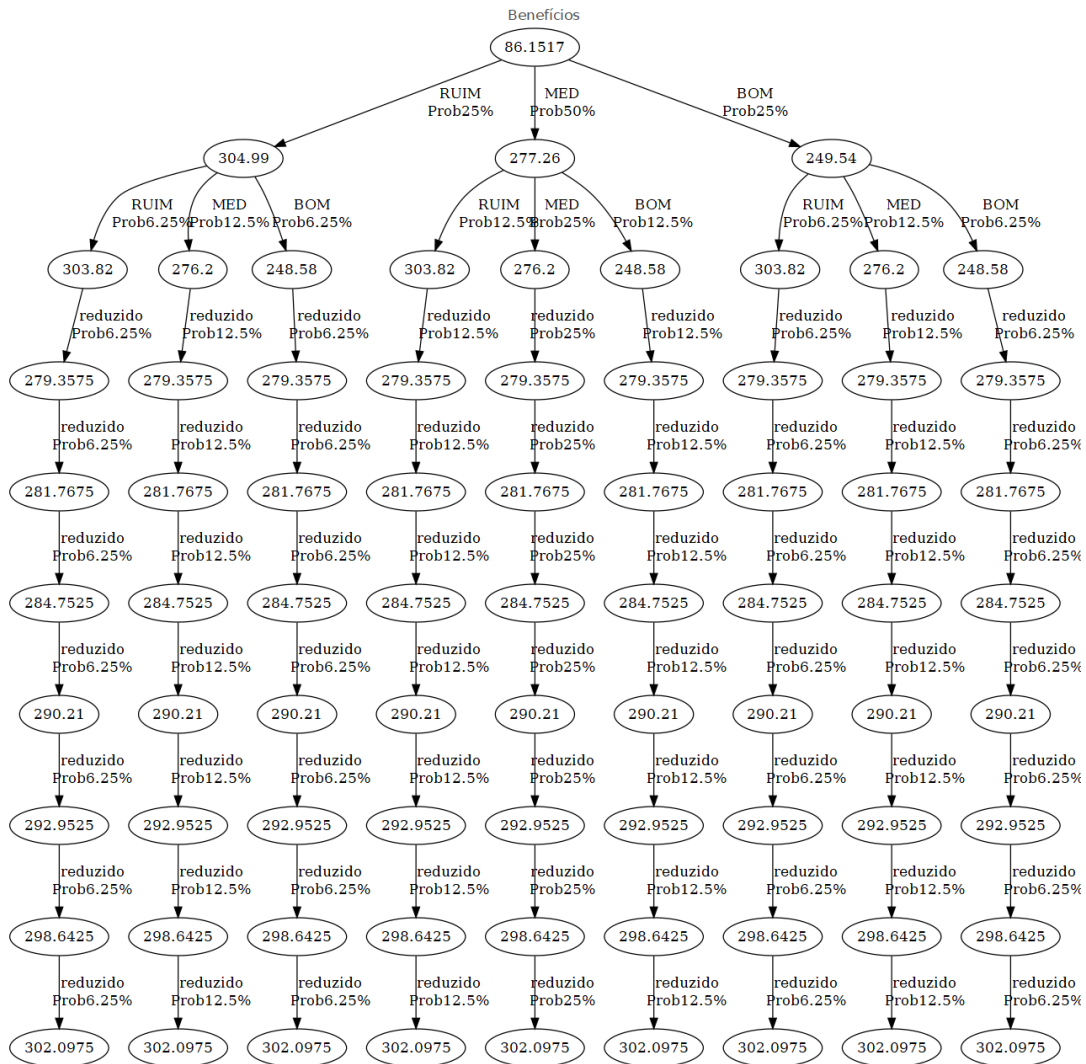
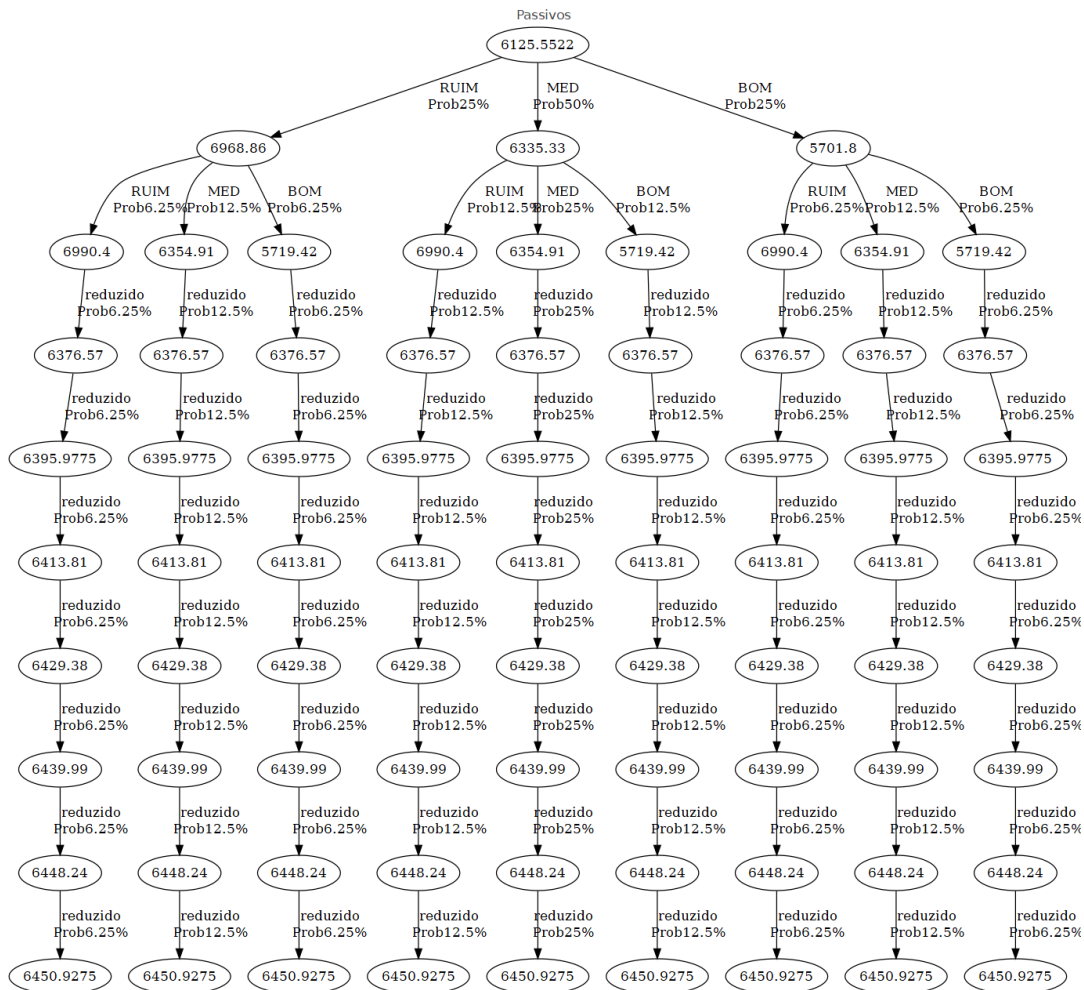


Figura 8: Árvore de possibilidades para a razão de garantia do fundo (projeções para o período de 2022 a 2031). Valores obtidos considerando o fluxo descontado de despesas previdenciárias no período de 2022 a 2097.



**Figura 9:** Árvore de possibilidades para os pagamentos em benefícios pelo fundo (projeções para o período de 2022 a 2031). Valores obtidos considerando o fluxo financeiro disponível na reavaliação atuarial com data base em dezembro de 2021.

As projeções para a trajetória do fluxo de caixa descontado do passivo atuarial são mostradas na Figura 10 (cenários ruim, médio e bom). A estrutura de cenários para o fluxo do passivo atuarial é construída com base nas projeções da equipe de investimentos do Reciprev e considerando margens de 10% (para cima ou para baixo) para os cenários ruim (+10%) e bom (-10%). Como pode-se observar, projeta-se um valor (em fluxo de caixa descontado) em torno de 6,4 bilhões para 2031.



**Figura 10:** Árvore de possibilidades para os pagamentos em benefícios pelo fundo (projeções para o período de 2022 a 2031). Valores obtidos considerando o fluxo financeiro disponível na reavaliação atuarial com data base em dezembro de 2021.

## 10. Análise de resultados para o modelo alíquota

### 10.1 Alocação ótima, saldos de compra e venda

A Figura 11 contém os resultados para as sugestões de alocações ótimas obtidas pelo “modelo alíquota” e considerando dados reais do RPPS Reciprev, conforme descritos nas Seções 1 a 8. Os valores são mostrados em milhões de reais para cada classe de investimento (CDI, IMA-B, Tesouro NTNB até 2045, IBOVESPA, S&P500, MSCI, Consignados e Marcação na curva). É válido destacar que os montantes referentes à marcação na curva e empréstimos consignados são obtidos conforme orientação da gestão do fundo Reciprev, buscando-se uma estratégia de alocação em equilíbrio com a meta atuarial do fundo sendo os dados referentes às evoluções das alocações de capital em marcação na curva e em Consignados mostrados na Tabela 6 (Seção 9).

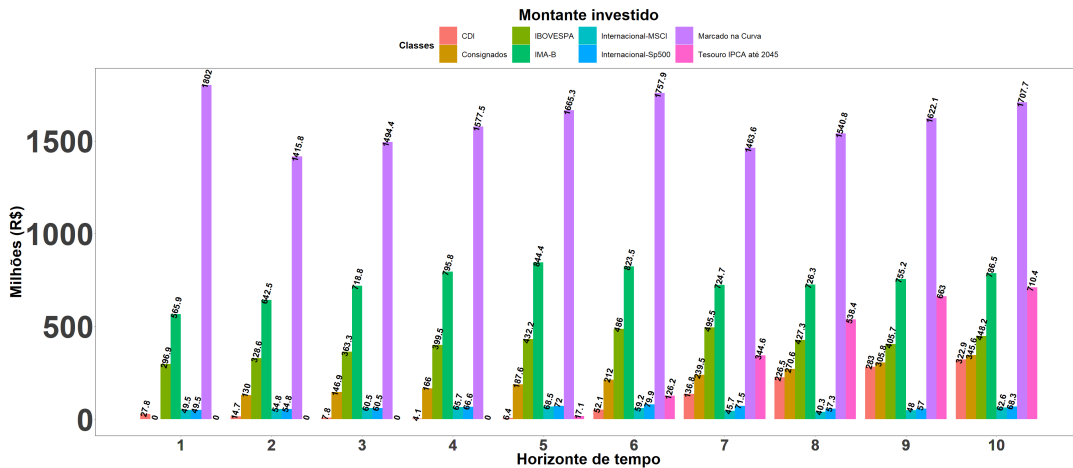
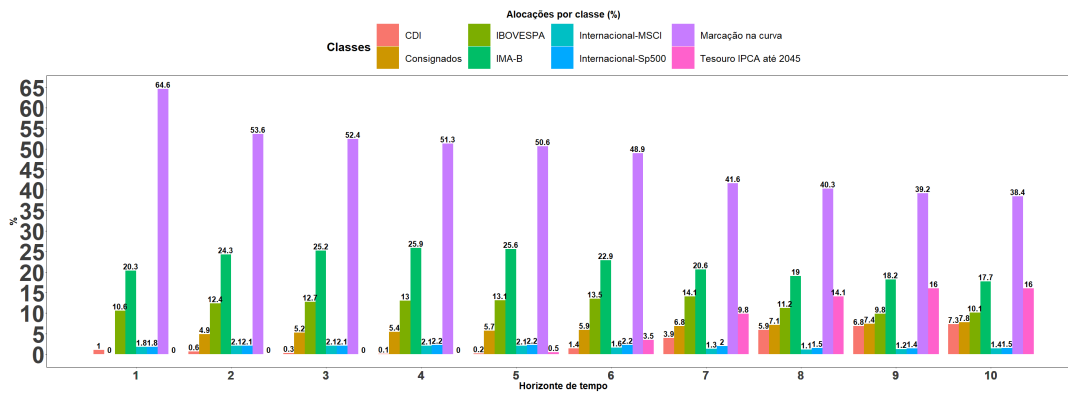


Figura 11: Alocações percentuais sugeridas para as classes de investimento de 2022 a 2031. Valores aproximados em uma casa decimal.

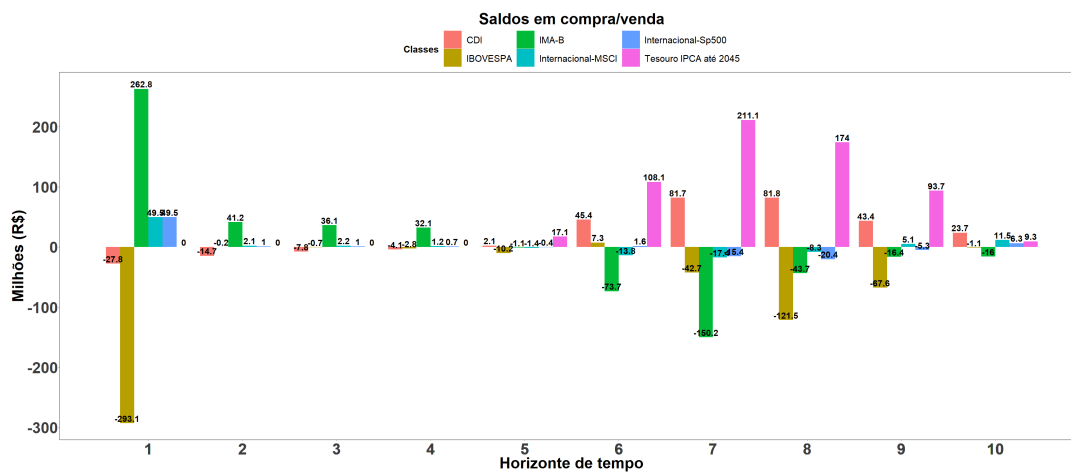
Como pode-se observar, o modelo sugere crescimento de posição, incluindo a rentabilidade entre os períodos, nas classes IMA-B (de mínimo em 565,9 para máximo em 786,5 milhões em 2031) e IBOVESPA (de mínimo em 296,9 para máximo em cerca de 495,5 milhões em 2028) no horizonte de tempo de 2022 a 2031. As alocações na classe CDI são superiores em 2030 ( $\approx 283$  milhões) e em 2031 ( $\approx 540,2$  milhões), apresentando tendência descendente entre 2022 e 2026 e crescente entre 2027 e 2031. A classe Tesouro IPCA até 2045 recebe sugestões de alocação apenas a partir de 2027, variando de  $\approx 17,1$  (2027) para 710,4 milhões (2031) nesse período. Para os ativos internacionais, projetam-se trajetórias ascendentes no período de 2022 a 2026 (de  $\approx 49,5$  em cada classe para  $\approx 72$  milhões (S&P500) e  $\approx 68,5$  milhões (MSCI)), e, entre 2027 e 2030, variando entre 57-80 milhões (S&P500) e entre 40,3-59,2 milhões (MSCI). Ante o exposto, e dada a composição do passivo do Reciprev, configura-se como bom cenário para o fundo Reciprev.

A Figura 12 mostra as referências de alocações ótimas (entre as classes de investimento) relativas às projeções de patrimônio para o RPPS Reciprev. As alocações em marcação na curva e consignados são escolhidas de forma exógena (fora do modelo de otimização), como descrito na Seção 9.1. De acordo com os resultados, são projetadas alocações relativas iniciando em 64,6% e finalizando em 38,4% para o capital marcado na curva, esta última (em 2031) acrescida do percentual em Tesuro IPCA até 2045 (16%) sobe para 54,4%. A alocação em consignados varia de 4,9% (em 2023) para 7,8% (em 2031). Entre as classes de investimento com alocações obtidas de forma endógena (dentro do do modelo de otimização), no período de 2022 a 2031, o modelo alíquota sugere uma alocação mais concentrada nas classes IMA-B ( $\approx 20,3\% - 25,9\%$ ), seguido da classe IBOVESPA ( $\approx 10,6 - 14,5\%$ ). A classe CDI apresenta valores percentuais superiores em 2030 e 2031 ( $\approx 6,8\%$  e  $\approx 7,3\%$ , respectivamente). A classe Tesuro IPCA até 2045 recebe sugestões de alocações apenas entre 2026 e 2031 (variando de 5,5% (2026), para  $\approx 16\%$  (2031)). No lado internacional, a modelagem sugere alocações iniciando em cerca de 1,8% para cada índice (MSCI e S&P500) e finalizando em cerca de 1,5% (S&P500) e 1,4% (MSCI).



**Figura 12:** Saldos em compras/vendas para cada classe de investimento entre 2022 e 2031. Valores aproximados em uma casa decimal.

A Figura 13 mostra as evoluções anuais dos saldos em compras/vendas entre as classes de ativos CDI, IMA-B, Tesouro NTNB até 2045, IBOVESPA, S&P500 e MSCI. Como é possível observar, em 2022 (horizonte de tempo 1), a sugestão do modelo são aportes aproximados de 262, 49,5 e 49,5 milhões nas classes IMA-B, S&P500 e MSCI, respectivamente e de vendas nos montantes aproximados de 27,8 e 293,1 milhões nas classes CDI e IBOVESPA, respectivamente. Nesse sentido, entendem-se as vendas nas classes IMA-B e IBOVESPA como sendo realizações parciais de lucro nas posições alocadas entre Dezembro/2021 e Agosto/2022 ou ajustes nas posições compradas nesse período. Para o ano de 2023 (horizonte de tempo 2), são sugeridos saldos de compra nas classes IMA-B, S&P500 e MSCI ( $\approx 41,2$ , 1 e 2,1 milhões, respectivamente), e posições de venda em cerca de 14,7 milhões e 0,2 milhão nas classes CDI e IBOVESPA. Ao longo dos anos 2023 e 2025, as alocações apresentam-se como compras nas classes IMA-B, S&P500 e MSCI e vendas nas classes CDI e IBOVESPA, destacando-se os saldos em compras decrescentes para a classe IMA-B e vendas cada vez menores na classe CDI. Em 2026 (horizonte de tempo 5), há alterações nas direções dos saldos, passando a apresentar sugestões de compras nas classes CDI entre 2026 e 2031, IBOVESPA em 2027 (compras em  $\approx 7,3$  milhões) e Tesouro IPCA até 2045 entre 2026 e 2031 (compras entre 17,1 (2026) e 211,1 milhões (2028)). Entre 2028 e 2031 as sugestões são de vendas para a classe IBOVESPA (variando entre 1,1 milhão (2031) e 121,5 milhões (2029)). Os índices internacionais recebem sugestões de venda entre 2026 e 2029 e compras em 2031. Em 2031, são observadas sugestões de compra nas classes CDI ( $\approx 23,7$  milhões), S&P500 ( $\approx 6,3$  milhões), MSCI ( $\approx 11,5$  milhões) e Tesouro IPCA até 2045 ( $\approx 9,3$  milhões) e vendas no IBOVESPA ( $\approx 1,1$  milhão) e IMA-B ( $\approx 16$  milhões).

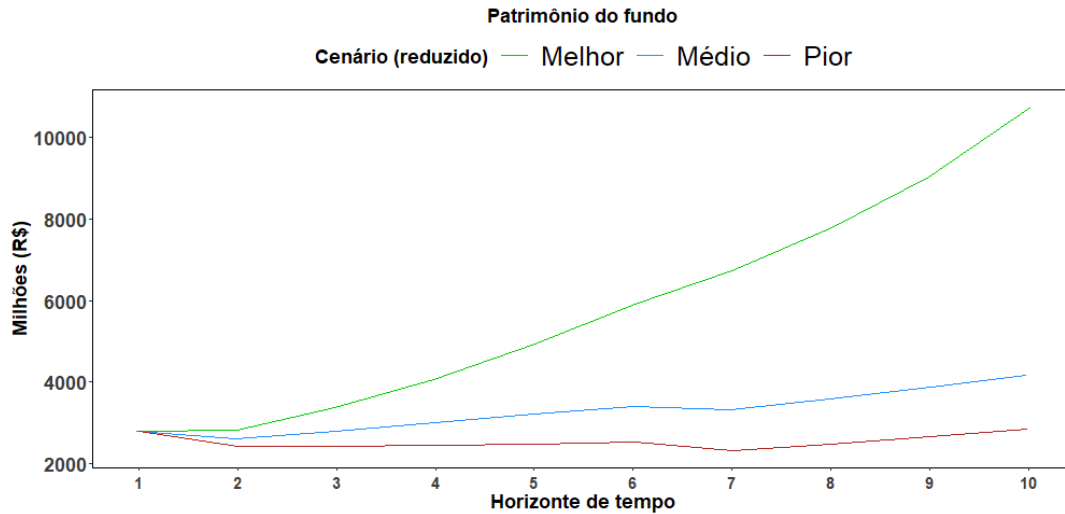


**Figura 13:** Saldos em compras/vendas para cada classe de investimento entre 2022 e 2031. Valores aproximados em uma casa decimal.

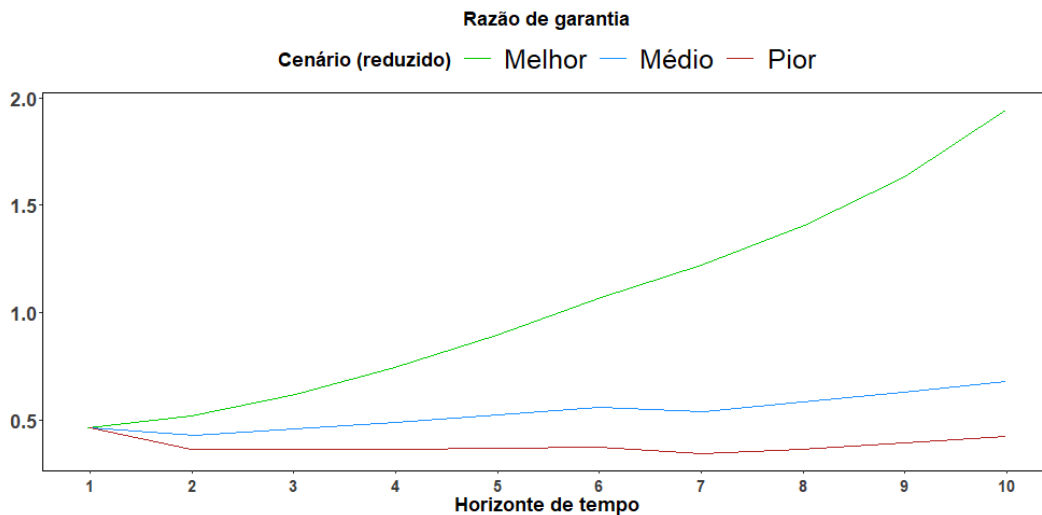
## 10.2 Gráficos de Ramos extremos e árvores de possibilidades

As Figuras 14 a 16 mostram os gráficos de ramos extremos considerando apenas cenários de alta, média ou baixa. Os gráficos são mostrados para patrimônio (Figura 14), razão de garantia (Figura 15) e passivos (Figura 16) do fundo. Em resumo, esses gráficos mostram as trajetórias das variáveis se apenas cenários de baixa/média/alta ocorrerem. Observando-se as Figuras 14 e 15, sob a ocorrência de cenários apenas medianos, esperam-se o patrimônio do fundo em cerca de 4 bilhões de reais e uma razão de garantia em torno de 0,6 em 2031. Havendo apenas cenários de baixa, em 2031, esperam-se o patrimônio do fundo em

cerca de 3 bilhões e uma razão de garantia de aproximadamente 0,4. No lado extremamente otimista (apenas cenários positivos), a razão de garantia pode chegar ao nível aproximado de 1,9 e o patrimônio do fundo em cerca de 10,7 bilhões em 2031.

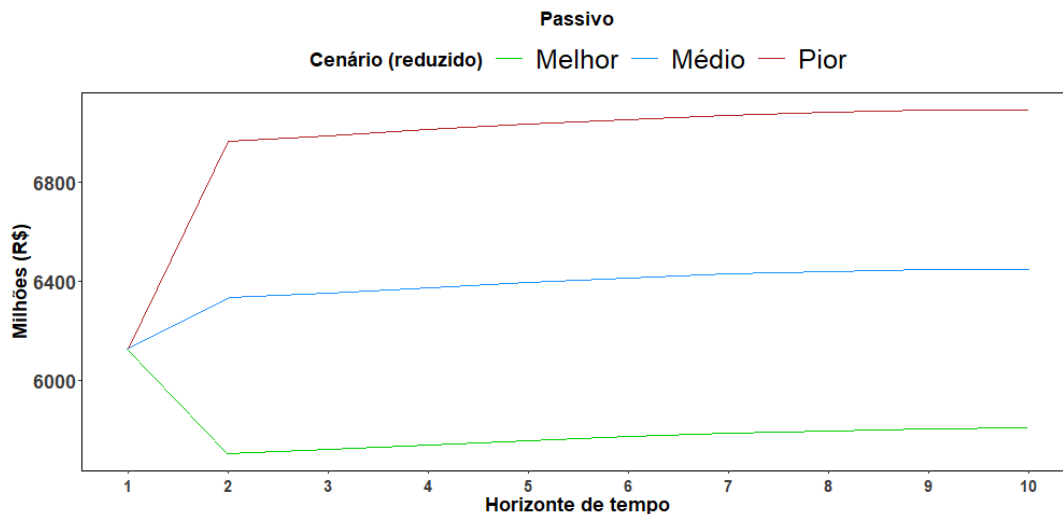


**Figura 14:** Gráfico de ramos extremos para o patrimônio do fundo (projeções para o período de 2022 a 2031).



**Figura 15:** Árvore de possibilidades para a razão de garantia do fundo (projeções para o período de 2022 a 2031). Valores obtidos considerando o fluxo descontado de despesas previdenciárias no período de 2022 a 2097.

A Figura 16 contém o gráfico de ramos extremos para as trajetórias de baixa/média/alta do passivo esperado do RPPS Refiprev no período de 2022 a 2031. Na presente análise, consideram-se os valores médios como sendo aqueles divulgados na atuarial do fundo projetada para o referido período, com os valores de alta e baixa sendo obtidos por uma margem de 10% abaixo (cenário melhor) ou 10% acima (cenário pior). Na avaliação, consideram-se as projeções nos anos 2022 a 2031 para o fluxo de caixa descontado de despesas previdenciárias no período de 2022 a 2097. Como pode-se observar, sob a ocorrência de apenas cenários ruins (bons), a projeção final (em 2031) para o fluxo de caixa das despesas previdenciárias se estabelece em torno de 7 (5,8) bilhões de reais. Sob a ocorrência de apenas cenários de média, a projeção final (em 2031) para o fluxo de caixa das despesas previdenciárias se estabelece em cerca de 6,4 bilhões de reais.



**Figura 16:** Gráfico de ramos extremos para o passivo do fundo (projeções para o período de 2022 a 2031). Valores obtidos considerando o fluxo descontado de despesas previdenciárias no período de 2022 a 2097.

As árvores de possibilidades para o patrimônio do fundo, razão de garantia e pagamentos de benefícios são mostradas nas Figuras 17 a 19. Como pode-se observar, a trajetória do patrimônio esperado do fundo (Figura 17) finaliza com valores entre 3,71 bilhões (piores cenário), 5,36 bilhões (melhor cenário) e 4,3 bilhões no cenário mediano. A Razão de garantia (Figura 18), calculada considerando-se o fluxo de caixa descontado de despesas previdenciárias no período de 2022 a 2097, finaliza com valores entre 0,60 (piores cenário), 0,88 (melhor cenário) e 0,71 no cenário mediano. As projeções de pagamentos em benefícios (Figura 19) indicam um fluxo de pagamentos variando entre 249,5 e 305 milhões em 2022 e finalizando em aproximadamente 302 milhões em todos os cenários econômicos finais (em 2031). É válido destacar que os resultados mostrados nas Figuras 9 e 18 são semelhantes, visto que os dados de benefícios são extraídos da avaliação atuarial do RPPS Reciprev ao fim de 2021 e são considerados como parâmetros em ambos os modelos (patrimônio e alíquota).



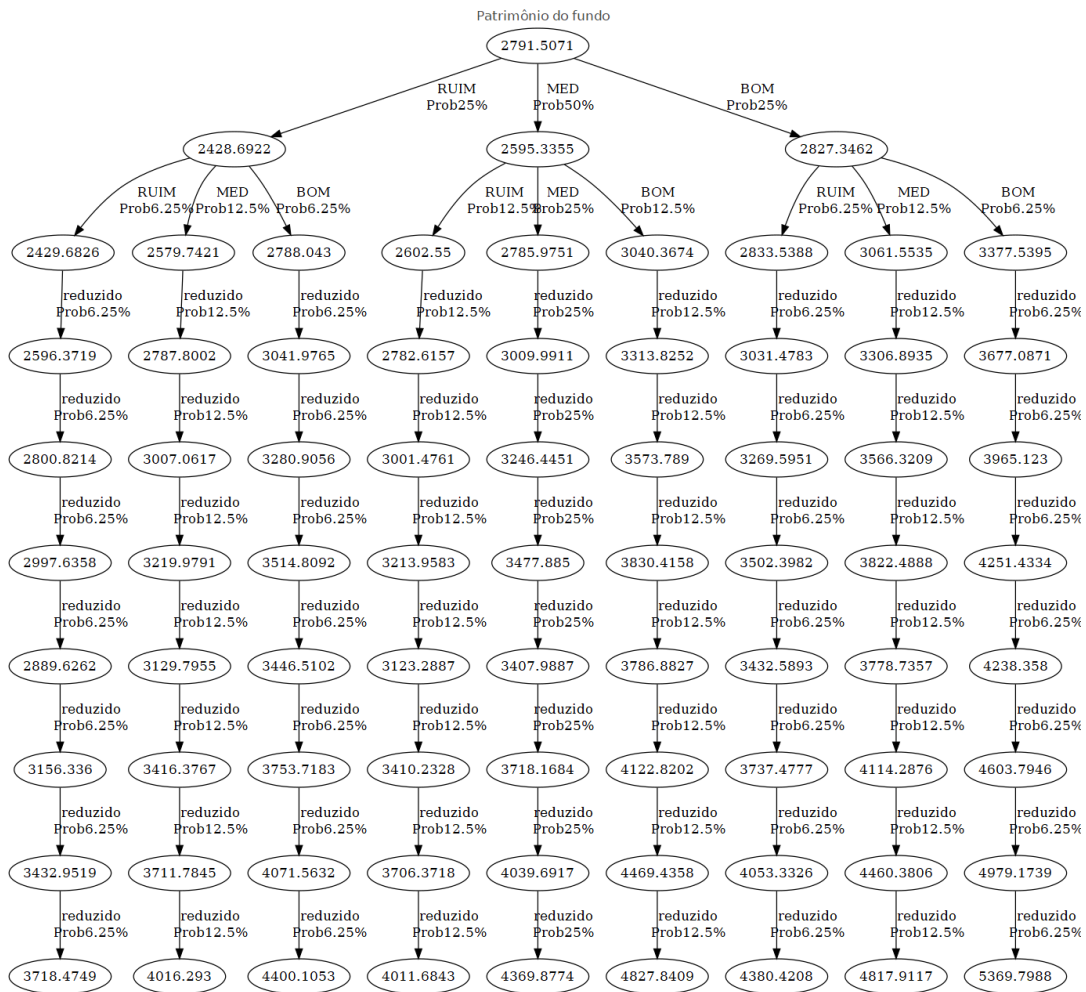
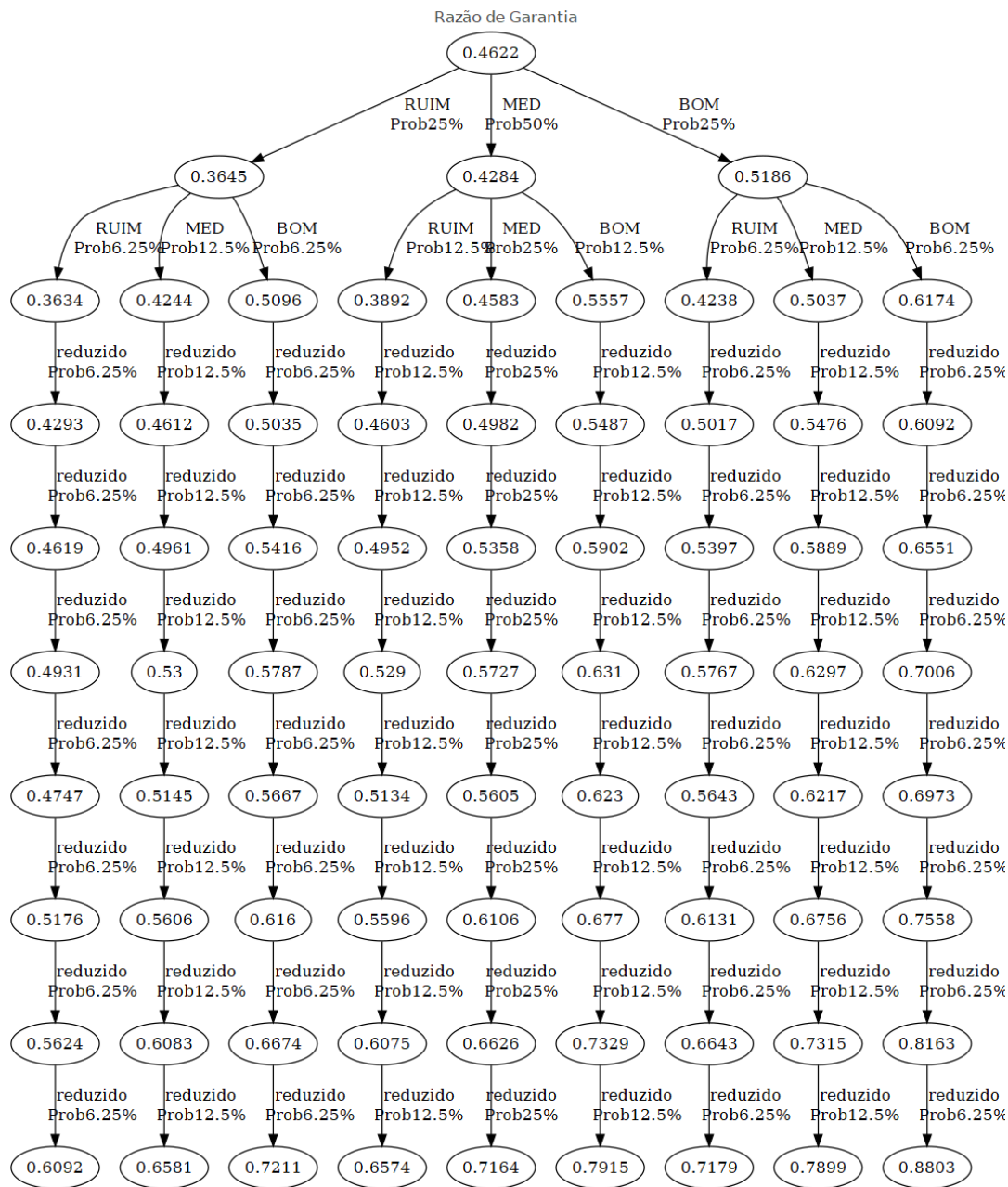
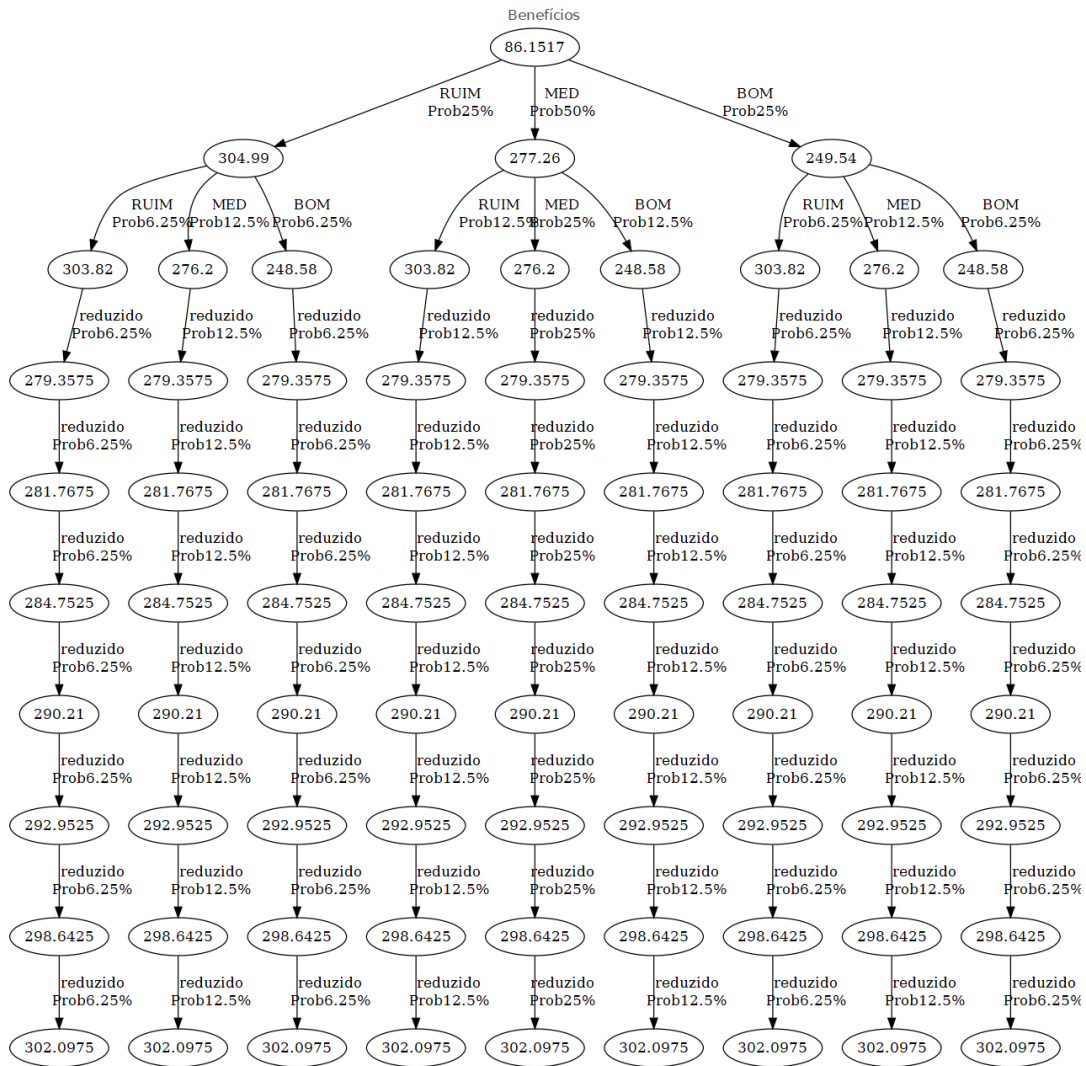


Figura 17: Árvore de possibilidades para o patrimônio do fundo (projeções para o período de 2022 a 2031).

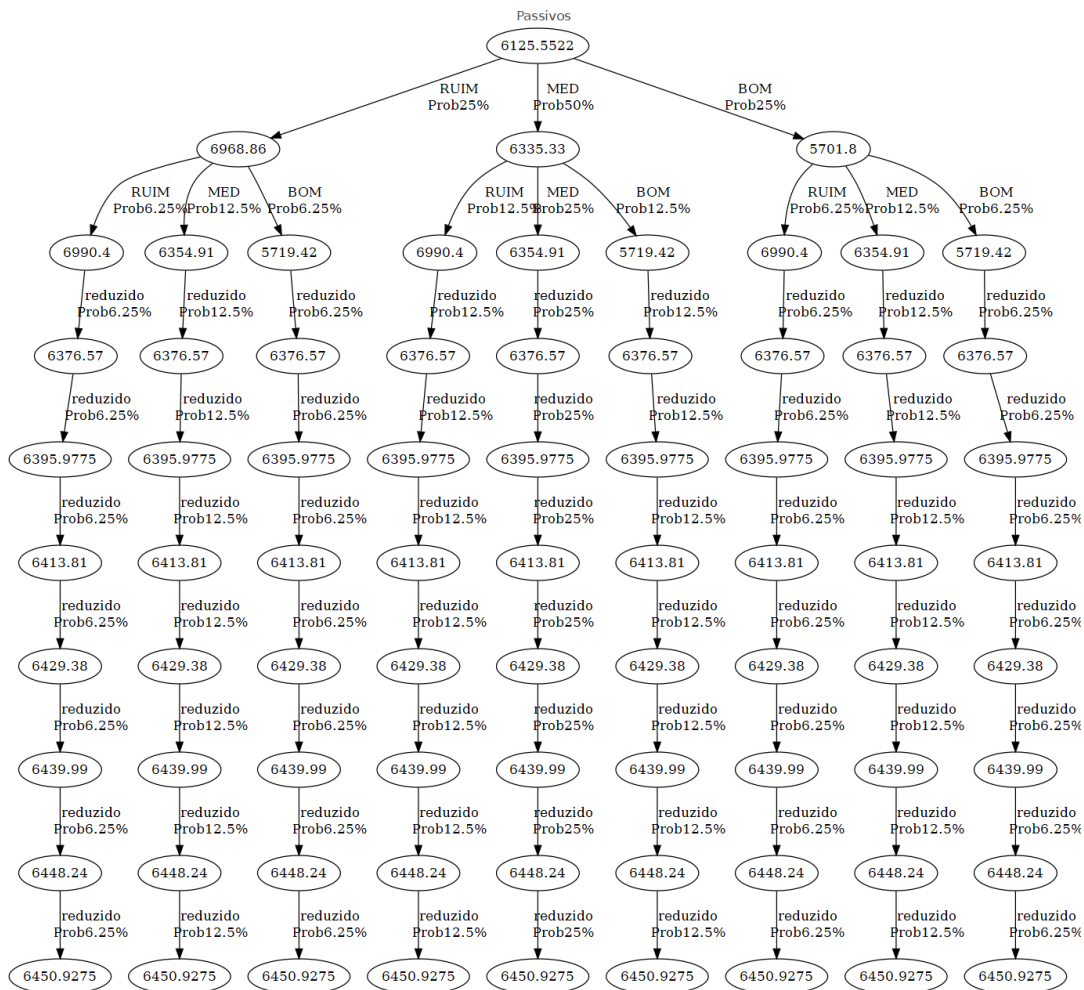


**Figura 18:** Árvore de possibilidades para a razão de garantia do fundo (projeções para o período de 2022 a 2031). Valores obtidos considerando o fluxo descontado de despesas previdenciárias no período de 2022 a 2097.

As projeções para a trajetória do fluxo de caixa descontado do passivo atuarial são mostradas na Figura 20 (cenários ruim, médio e bom), sendo semelhantes ao projetado pelo modelo patrimônio (Figura 10). A estrutura de cenários para o fluxo do passivo atuarial é construída com base nas projeções da equipe de investimentos do Reciprev e considerando margens de 10% (para cima ou para baixo) para os cenários ruim (+10%) e bom (-10%). Como pode-se observar, projeta-se um valor (em fluxo de caixa descontado) em torno de 6,4 bilhões para 2031.

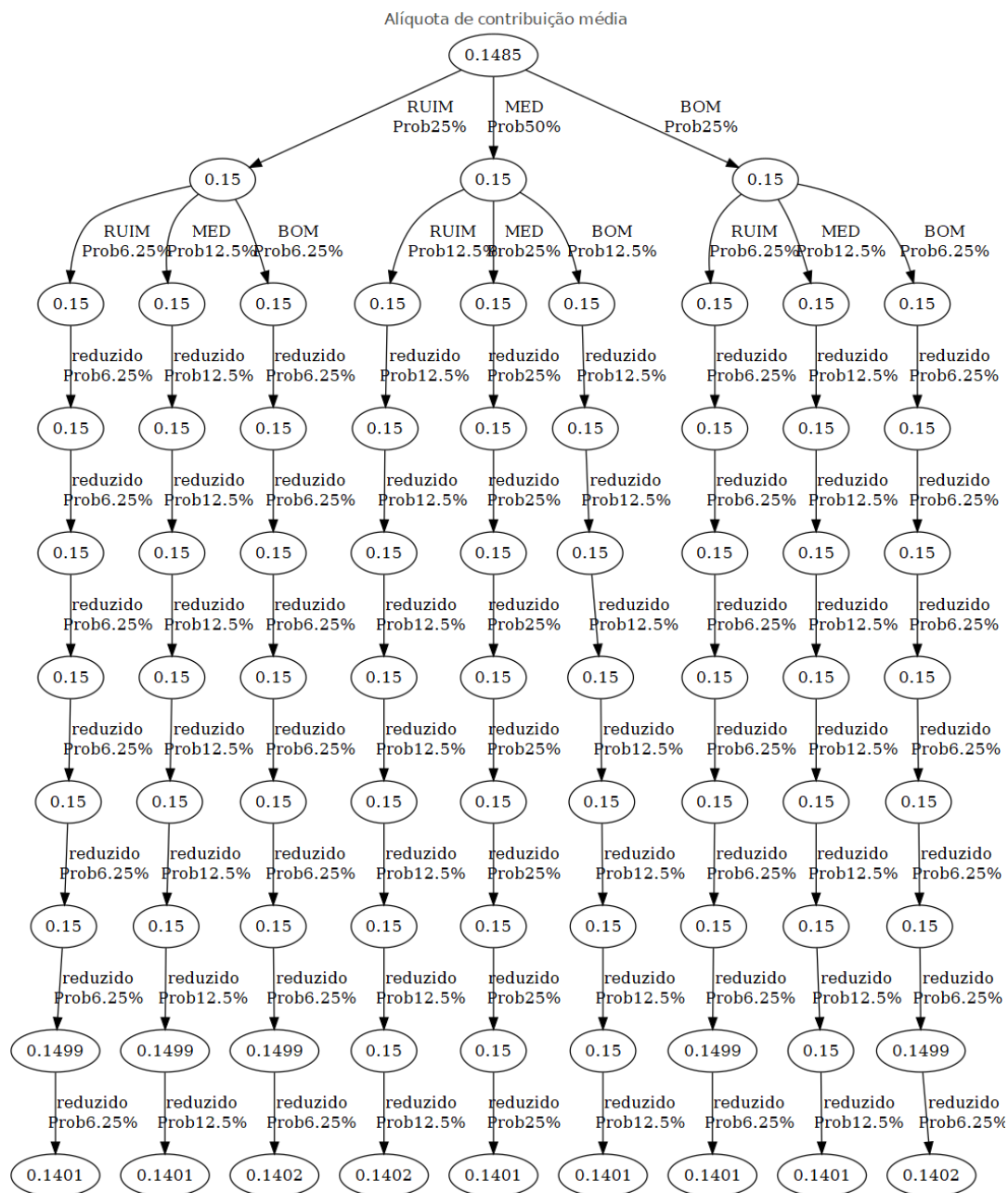


**Figura 19:** Árvore de possibilidades para os pagamentos em benefícios pelo fundo (projeções para o período de 2022 a 2031). Valores obtidos considerando o fluxo financeiro disponível na reavaliação atuarial com data base em dezembro de 2021.



**Figura 20:** Árvore de possibilidades para os pagamentos em benefícios pelo fundo (projeções para o período de 2022 a 2031). Valores obtidos considerando o fluxo financeiro disponível na reavaliação atuarial com data base em dezembro de 2021.

As trajetórias possíveis para a alíquota de contribuição podem ser vistas na Figura 21. Como se pode observar, o modelo considera um acréscimo no valor da alíquota de contribuição média em cerca de 1,01%. Entretanto, a longo prazo (ramos finais da árvore - 2031), as projeções para a alíquota média mostram-se estáveis em cerca de 14%. Nesse sentido, é válido notar que, ao menos a curto e médio prazos, não se verifica margem para redução da alíquota média de contribuição previdenciária para o RPPS Reciprev.



**Figura 21:** Árvore de possibilidades para a alíquota de contribuição média do fundo Reciprev (projeções para o período de 2022 a 2031).

### Responsáveis técnicos<sup>10</sup>

Nome	CPF	Assinatura
José Marcos Alves de Barros <sup>11</sup>	334.326.354-00	
Wilton Bernardino da Silva <sup>12</sup>	047.697.504-20	

- Os valores referentes às despesas previdenciárias são mostrados em fluxo de caixa descontado considerando uma taxa de desconto de 4,90% a.a.↵
- servidores ativos, atuais inativos e futuros inativos (alíquota de contribuição em 14%). Valores utilizados no modelo patrimônio.↵
- entidade sobre os servidores ativos (alíquota de contribuição em 15,23%). Valores utilizados no modelo patrimônio.↵

4. entidade sobre servidores atuais inativos e futuros inativos (alíquota de contribuição em 15,94%). Valores utilizados no modelo patrimônio.↵
5. O salário agregado é formado pela soma dos montantes relativos aos servidores ativos, atuais inativos, e futuros inativos com as parcelas da entidade sobre os servidores ativos, servidores atuais inativos e futuros inativos. Valores utilizados no modelo alíquota.↵
6. (valor não negativo e quanto maior, maior será a aversão ao risco)↵
7. Retornos reais calculados com base no Índice nacional de preços ao consumidor (IPCA) - (ver <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos/9258-indice-nacional-de-precos-ao-consumidor.html?=&t=destaques>).↵
8. Os valores medianos foram obtidos com a utilização da base de dados Quantum (ver <https://quantumfinance.com.br/>), IPEADATA (<http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>) e Yahoo Finance (<https://finance.yahoo.com/>).↵
9. Os retornos reais são obtidos tendo-se por referência o IPCA.↵
10. **Este relatório tem validade anual, sendo recomendado que seja revisado pelo menos uma vez por ano, com as novas políticas de investimentos do RPPS ou sempre que necessário.**↵
11. Gerente de investimentos do fundo Reciprev↵
12. Professor Associado I na Universidade Federal de Pernambuco e coordenador do convênio 001/2021 celebrado entre a AMPASS e a UFPE.↵