

Relatório de Rebalanceamento da Carteira para Imunização do Passivo Previdenciário

RPPS de São Gonçalo do Amarante - RN (IPREV)

JULHO/2025

Telefone: (81) 4042-3777

E-mail: atendimento@dotalconsultoria.com.br

www.dotal.com.br

Sumário

Sumário Executivo	3
1. Introdução e Objetivo da Análise	4
2. Metodologia	4
3. Análise da Situação Atual e do Passivo Líquido da COMPREV.....	5
4. Resultados da Otimização e Recomendação de Rebalanceamento.....	7
5. Considerações Finais	7
Anexos.....	9
Anexo 1: Glossário de Notações	9
Anexo 2: Fluxos Atuariais.....	10
Anexo 3: Títulos Públicos Analisados.....	12

Sumário Executivo

O objetivo desse relatório é apresentar as recomendações de rebalanceamento parcial da carteira de investimentos do IPREV de São Gonçalo do Amarante-RN para imunizar os fluxos de caixa líquidos negativos (déficits de caixa) projetados do passivo previdenciário. De acordo com os dados analisados, o IPREV apresenta superávit atuarial, mas com fluxo de caixa líquido negativo entre os anos de 2056 e 2078. O patrimônio líquido na data da análise é de R\$ 270.432.066,84, o passivo atuarial bruto avaliado a valor presente é de R\$ 1.101.864.825,00 contra uma receita, avaliada em valores presentes, em R\$ 1.135.807.525,24 indicando *superávit* atuarial. Todavia, se desconsiderarmos a COMPREV, a receita cairia para R\$ 1.064.907.396,13 o que implica em um déficit de R\$ 36.956.651,32 em valor presente. Diante disso, a estratégia de imunização foi desenvolvida com base no princípio da prudência, desconsiderando os fluxos líquidos oriundos da COMPREV, dada a elevada incerteza quanto à sua liquidação tempestiva. Com isso, a imunização visa proteger a liquidez do IPREV nos períodos mais críticos. Ademais, o cenário macroeconômico é favorável para a imunização da carteira, devido à alta taxa de juro real e a possibilidade de um ciclo de diminuição da taxa de juros ter início entre 2025 e 2026, de acordo com as projeções divulgadas no Boletim Focus de 6 de junho de 2025. Desse modo, parte da carteira estará imunizada, travando o retorno dos títulos em um patamar de ganho real altamente atrativo.

Entre os métodos de imunização disponíveis, a imunização por casamento de fluxos (cash flow matching) seria ideal, mas a indisponibilidade de títulos públicos de longuíssima *duration* (em anos) no mercado brasileiro impossibilita essa abordagem. Dessa forma, optamos pela imunização de Redington¹, que busca proteger o fundo através do balanceamento de suas sensibilidades à taxa de juros (*duration* e convexidade). Considerando isso, propomos quatro estratégias possíveis de alocação, todas atingindo a imunização desejada. Duas delas imunizando fluxos até o ano de 2040 e outras até o ano de 2045. A escolha entre qualquer uma delas depende da preferência do IPREV, da liquidez, bem como da estratégia de longo prazo. Recomendamos, entre as quatro estratégias, alocar 21,07% em NTN-B 2032 e 78,93% em NTN-B 2060. O que formará uma carteira com *duration* igual a 13,23 anos.

¹ Ver Shiu, E. S. (1990). On Redington's theory of immunization. *Insurance: Mathematics and Economics*, 9(2-3), 171-175 ou ainda Redington, F. M. (2017). Review of the principles of life-office valuations. *Bond Duration and Immunization*, 112-166.

1. Introdução e Objetivo da Análise

O objetivo maior de qualquer Regime Próprio de Previdência Social (RPPS) consiste em arrecadar contribuições e gerenciá-las diligentemente para que tal montante, devidamente aplicado, possa formar as reservas necessárias ao pagamento tempestivo de benefícios previdenciários aos seus segurados. Em decorrência disso, estimar corretamente configurações adequadas de alocação dos recursos da carteira de maneira que riscos possam ser minimizados é essencial. Além disso, a garantia de liquidez nos momentos necessários é mandatória. Consequentemente, em um RPPS, ativos e passivos devem ser administrados conjuntamente, para que haja equivalência tanto financeira quanto temporal entre seus fluxos, garantindo que as obrigações possam ser devidamente cumpridas.

Entre muitas técnicas que estão debaixo desse guarda-chuva denominado Asset-Liability Management – ALM, a imunização de portfólios é básica. Consiste em estruturar os fluxos de caixa dos ativos e passivos de modo a proteger o balanço (superávit ou reduzir o impacto do déficit) e a liquidez do fundo contra variações na taxa de juros, dentro de certos limites, ao passo que mantém a equivalência entre esses fluxos. Há algumas maneiras de se atingir a imunização. Algumas mais robustas que outras, mas que dependem diretamente da oferta de títulos públicos no mercado, oferta está que cubra um horizonte de tempo adequado aos objetivos da imunização. Outros métodos são mais flexíveis, como a imunização de Redington, que atinge essa proteção através de condições específicas acerca da *duration* e da convexidade dos fluxos envolvidos.

Considerando isso, otimizamos parte da carteira de investimentos do IPREV – Instituto de Previdência Municipal de São Gonçalo do Amarante com o objetivo de imunizar parte do fluxo atuarial líquido negativo (déficit de caixa), ao menor custo possível, através do investimento em Notas do Tesouro Nacional (NTN-B). O objetivo acessório é proteger o caixa da entidade em momentos de maior pressão.

2. Metodologia

Os fluxos atuariais analisados constam na avaliação atuarial que nos foi fornecida, a qual, corresponde a data-base de 31/12/2024. Adotamos a prudência quanto às fontes de receitas descritas, fazendo a análise em um cenário pessimista no qual a receita de compensação previdenciária (COMPREV) não se concretiza e, portanto, foi excluída das demais projeções de receitas que são mais estáveis.

Para a imunização, consideramos o fluxo atuarial líquido negativo S_t dado por:

$$S_t = \max\{0, D_t - (R_t - C_t)\}.$$

Onde R_t, C_t, D_t são vetores com os fluxos de receitas brutas, COMPREV e despesas, respectivamente.

Para composição da carteira ótima, foram selecionadas NTN-Bs com data de referência de consulta em 20/06/2025, conforme Anexo 3. A fonte utilizada foi a Anbima Data.

- Modelo de Otimização (Programação Linear):

- Função Objetivo: $\min \sum \omega_i \rho_i$
- Variáveis de Decisão: $\{\omega_1, \dots, \omega_{13}\}$
- Restrições:
 - $\sum \omega_i D_{\rho_i} = D_L \pm \varepsilon$
 - $\sum \omega_i C_{\rho_i} > C_L$
 - $\sum \omega_i = 1$

Como ferramenta de cálculo, utilizamos o pacote estatístico R e a biblioteca IpSolve.

3. Análise da Situação Atual e do Passivo Líquido da COMPREV

Conforme os dados analisados, o patrimônio líquido do IPREV na data da análise é de R\$ 270.432.066,84, com aproximadamente 88% dos recursos investidos em ativos de renda fixa, mas sem aplicações diretas em títulos públicos. Por outro lado, o passivo atuarial bruto avaliado a valor presente é de R\$ 1.101.864.825,00 contra uma receita, avaliada em valores presentes, em R\$ 1.135.807.525,24 indicando *superávit* atuarial. Todavia, se desconsiderarmos a COMPREV, a receita cairia para R\$ 1.064.907.396,13 o que implica em um déficit de R\$ 36.956.651,32, em valor presente.

Considerando as hipóteses atuariais da avaliação atuarial vigente, o IPREV apresenta superávit atuarial. No entanto, as projeções nominais revelam que, a partir do término das amortizações dos custos suplementares, haverá déficits recorrentes entre 2043 e 2078. Essa condição representa uma oportunidade de imunização, no entanto, devido ao longínquo horizonte contemplado, não há, atualmente, oferta de títulos públicos com características que possibilitem essa empreitada, uma vez que a *duration* desses fluxos é de 36,56 anos, muito superior a *duration* dos títulos públicos atualmente ofertados.

Ao desconsiderarmos a COMPREV dos fluxos de receita, identificamos que nos períodos de 2025 até 2026 e de 2034 até 2078, o saldo líquido do fluxo apresenta valores negativos, indicando a necessidade de desinvestimento da carteira para cobertura de benefícios. Por conta disso, idealmente, esses fluxos deveriam ser devidamente imunizados. No entanto, como esses valores são estimados a partir de premissas atuariais, sua acurácia depende diretamente da aderência dessas suposições à realidade do IPREV. Some-se a isso o longo horizonte temporal considerado pelas projeções,

aumentando a incerteza sobre essas estimativas. Além disso, como já mencionamos, há também a limitação na oferta de títulos públicos que em seu conjunto tenham características de *duration* e convexidade que permitam a imunização desses fluxos distantes. Mesmo os títulos públicos pré-fixados sem cupom atualmente ofertados, atingem uma *duration* inferior àquela calculada para o fluxo.

A comparação entre os fluxos atuariais brutos e líquidos da COMPREV pode ser observada nas figuras abaixo.

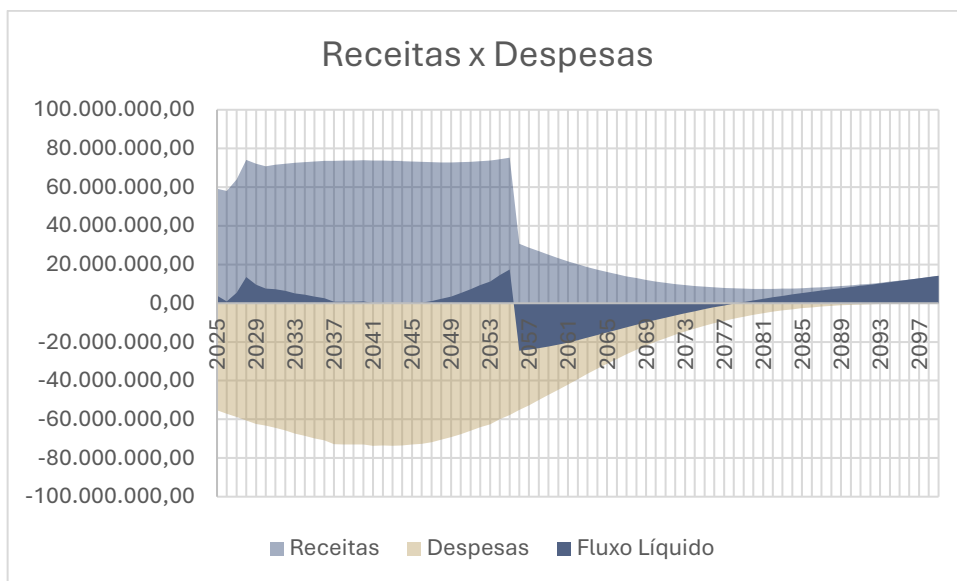


Figura 1 Fluxos Atuariais Brutos

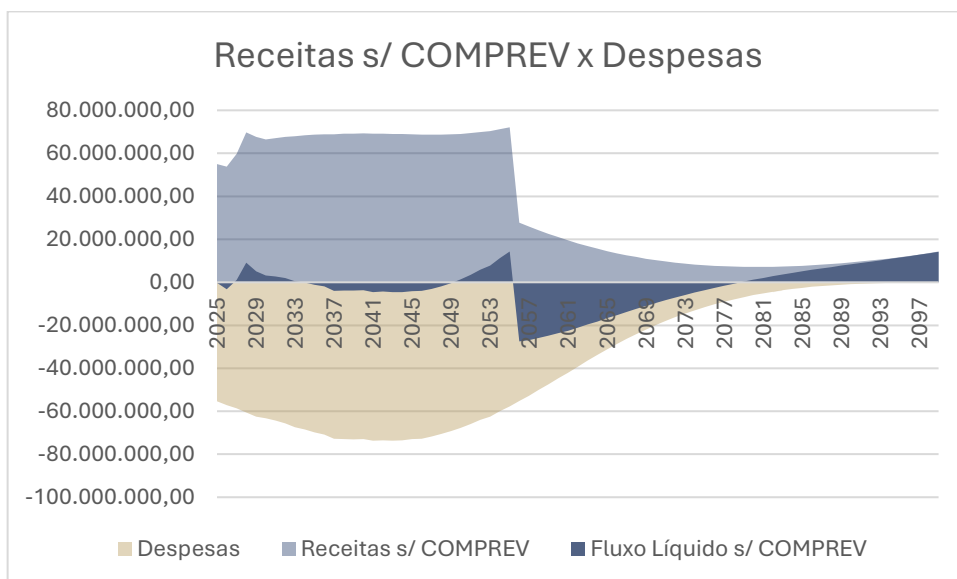


Figura 2 Fluxos Atuariais líquidos da COMPREV

Considerando isso, nesse estudo, de acordo com o princípio da prudência, propomos dois cenários de imunização, cada um com seu respectivo custo de implementação. O primeiro considerando os fluxos líquidos até o ano de 2040 e o segundo até o ano de 2045.

	Até 2040	Até 2045
Valor Presente	12.736.965,67	21.681.579,30
<i>Duration</i>	9,97	13,23
Convexidade	70,62	97,60

Figura 3 Métricas utilizadas na imunização

4. Resultados da Otimização e Recomendação de Rebalanceamento

Na otimização, buscamos a máxima imunização possível dentro das restrições de mercado, priorizando a minimização do custo e o casamento mais próximo da *duration* e convexidade dos fluxos descontados da COMPREV. Considerando isso, elaboramos quatro estratégias ótimas, mas que diferem pelo horizonte de imunização, bem como pela composição da carteira resultante em termos dos vencimentos dos títulos disponíveis. Fica a critério do IPREV acatar qualquer uma das sugestões, todas atingem o objetivo de imunização.

	Estratégia 1	Estratégia 2	Estratégia 3	Estratégia 4
	Até 2040	Até 2045	Até 2040	Até 2045
Titulos				
NTN-B 2032	67,21%	21,07%	57,74%	
NTN-B 2045			42,26%	88,84%
NTN-B 2050				11,16%
NTN-B 2060	32,79%	78,93%		
Duration	9,97	13,2301	9,97	13,23
Convexity	168,057	307,93	70,62	97,6
Custo	12.736.965,67	21.681.579,30	12.736.965,67	21.681.579,30

Figura 4 Estratégias de alocação possíveis

Por exemplo, caso o IPREV opte pela estratégia número quatro, então deverá alocar 88,84% dos recursos disponíveis em NTN-B 2045 e 11,16% em NTN-B 2050.

5. Considerações Finais

Ressaltamos que embora as estratégias propostas ofereçam a imunização desejada para o período demarcado, há ainda um risco residual de taxa de juros devido aos fluxos que não foram considerados. Entretanto, a imunização é algo que pode ser implementada paulatinamente e de forma tática, desde que haja um cuidado ativo sobre prováveis fluxos deficitários, sobretudo aqueles que não estão muito distantes no futuro. Também cabe destacar as limitações do modelo, como a suposição de que os deslocamentos na

estrutura a termo da taxa de juros se dão de forma paralela. Isso nem sempre é verdade para um longo horizonte de tempo. Além disso, qualquer estratégia de imunização requer um monitoramento periódico, bem como o rebalanceamento da carteira para reajustá-la diante de novas condições de mercado, bem como mudanças nas hipóteses atuariais, sob o risco de que a imunização perca sua eficácia.

Recomenda-se que a prática de imunização, e mais amplamente, a gestão ativa de ativos e passivos, seja institucionalizada no âmbito do IPREV, incorporando-a à política de investimentos e à governança previdenciária, de modo a assegurar maior resiliência financeira no longo prazo.

Anexos

Anexo 1: Glossário de Notações

Símbolo	Descrição
ρ_i	Preço de mercado do i-ésimo título
D_{ρ_i}	Duration do i-ésimo título
C_{ρ_i}	Convexidade do i-ésimo título
D_L	Duration do passivo atuarial líquido
C_L	Convexidade do passivo atuarial líquido
R_t	Receitas previdenciárias
C_t	Receitas de COMPREV
D_t	Despesas previdenciárias

Anexo 2: Fluxos Atuariais

Ano	Receitas	Despesas	Receitas s/ COMPREV	Fluxo Líquido	Fluxo Líquido s/ COMPREV
2025	59.172.224,87	55.319.044,11	55.057.711,67	3.853.180,76	-261.332,44
2026	58.047.325,38	57.106.928,60	53.856.479,59	940.396,78	-3.250.449,01
2027	64.050.074,37	58.703.499,52	59.799.984,39	5.346.574,85	1.096.484,87
2028	74.076.708,42	60.573.633,66	69.750.394,61	13.503.074,76	9.176.760,95
2029	72.058.916,38	62.494.208,13	67.653.769,24	9.564.708,25	5.159.561,11
2030	70.864.887,34	63.250.231,42	66.441.322,05	7.614.655,92	3.191.090,63
2031	71.547.617,78	64.360.675,88	67.092.308,61	7.186.941,90	2.731.632,73
2032	72.130.223,50	65.661.476,69	67.634.563,11	6.468.746,81	1.973.086,42
2033	72.525.825,59	67.433.972,29	67.969.092,19	5.091.853,30	535.119,90
2034	72.953.098,70	68.484.936,76	68.373.361,07	4.468.161,94	-111.575,69
2035	73.252.904,57	69.817.214,23	68.638.268,89	3.435.690,34	-1.178.945,34
2036	73.536.130,17	70.845.690,41	68.904.659,03	2.690.439,76	-1.941.031,38
2037	73.581.062,21	72.810.512,73	68.887.739,43	770.549,48	-3.922.773,30
2038	73.734.720,20	72.975.177,45	69.071.701,15	759.542,75	-3.903.476,30
2039	73.816.052,71	73.046.691,78	69.190.599,99	769.360,93	-3.856.091,79
2040	73.897.935,12	72.964.143,57	69.318.965,24	933.791,55	-3.645.178,33
2041	73.757.229,21	73.703.070,96	69.185.302,07	54.158,25	-4.517.768,89
2042	73.721.310,37	73.511.162,33	69.204.405,32	210.148,04	-4.306.757,01
2043	73.533.984,50	73.694.833,62	69.054.558,21	-160.849,12	-4.640.275,41
2044	73.365.739,74	73.561.312,35	68.940.657,69	-195.572,61	-4.620.654,66
2045	73.242.629,54	73.003.415,01	68.893.868,22	239.214,53	-4.109.546,79
2046	73.027.660,07	72.737.812,89	68.741.082,87	289.847,18	-3.996.730,02
2047	72.889.372,38	71.781.280,38	68.699.696,40	1.108.092,00	-3.081.583,98
2048	72.821.041,32	70.592.738,40	68.739.665,71	2.228.302,92	-1.853.072,69
2049	72.800.068,92	69.287.769,85	68.832.208,15	3.512.299,07	-455.561,70
2050	72.898.197,68	67.699.112,64	69.057.014,46	5.199.085,04	1.357.901,82
2051	73.098.532,91	65.935.164,92	69.391.374,93	7.163.367,99	3.456.210,01
2052	73.414.456,48	64.051.182,25	69.845.539,13	9.363.274,23	5.794.356,88
2053	73.773.622,22	62.534.949,40	70.322.441,53	11.238.672,82	7.787.492,13
2054	74.458.831,70	59.977.173,96	71.175.064,11	14.481.657,74	11.197.890,15
2055	75.238.214,80	57.785.770,92	72.100.894,92	17.452.443,88	14.315.124,00
2056	30.675.389,46	55.209.969,30	27.700.904,60	-24.534.579,84	-27.509.064,70
2057	28.708.082,54	52.806.806,44	25.884.850,86	-24.098.723,90	-26.921.955,58
2058	26.862.295,56	50.045.528,73	24.205.216,28	-23.183.233,17	-25.840.312,45
2059	25.049.180,59	47.402.366,90	22.549.340,21	-22.353.186,31	-24.853.026,69
2060	23.338.190,04	44.662.271,45	20.997.489,92	-21.324.081,41	-23.664.781,53
2061	21.671.078,29	42.043.513,33	19.480.627,47	-20.372.435,04	-22.562.885,86
2062	20.139.023,16	39.259.192,11	18.104.453,95	-19.120.168,95	-21.154.738,16
2063	18.706.061,21	36.509.129,56	16.823.211,50	-17.803.068,35	-19.685.918,06
2064	17.365.653,86	33.846.551,74	15.627.900,02	-16.480.897,88	-18.218.651,72
2065	16.128.770,66	31.235.863,71	14.531.476,38	-15.107.093,05	-16.704.387,33
2066	14.976.782,30	28.760.963,08	13.511.340,60	-13.784.180,78	-15.249.622,48
2067	13.924.475,06	26.367.890,53	12.585.202,79	-12.443.415,47	-13.782.687,74
2068	12.961.491,64	24.097.809,56	11.740.871,75	-11.136.317,92	-12.356.937,81
2069	12.085.867,61	21.951.992,90	10.976.529,27	-9.866.125,29	-10.975.463,63

2070	11.295.334,61	19.930.575,93	10.290.092,84	-8.635.241,32	-9.640.483,09
2071	10.587.296,48	18.032.245,27	9.679.214,10	-7.444.948,79	-8.353.031,17
2072	9.958.949,81	16.254.566,29	9.141.375,95	-6.295.616,48	-7.113.190,34
2073	9.407.412,09	14.594.478,09	8.673.998,36	-5.187.066,00	-5.920.479,73
2074	8.929.834,78	13.048.879,14	8.274.514,99	-4.119.044,36	-4.774.364,15
2075	8.523.422,67	11.614.620,59	7.940.387,09	-3.091.197,92	-3.674.233,50
2076	8.185.422,35	10.288.365,15	7.669.106,62	-2.102.942,80	-2.619.258,53
2077	7.913.118,44	9.066.593,21	7.458.195,73	-1.153.474,77	-1.608.397,48
2078	7.703.833,47	7.945.283,77	7.305.220,54	-241.450,30	-640.063,23
2079	7.554.973,19	6.920.245,60	7.207.821,19	634.727,59	287.575,59
2080	7.464.087,81	5.987.450,16	7.163.759,66	1.476.637,65	1.176.309,50
2081	7.428.843,37	5.143.053,49	7.170.898,98	2.285.789,88	2.027.845,49
2082	7.447.046,35	4.383.627,87	7.227.217,18	3.063.418,48	2.843.589,31
2083	7.516.572,86	3.705.746,98	7.330.762,93	3.810.825,88	3.625.015,95
2084	7.635.310,51	3.105.602,43	7.479.616,07	4.529.708,08	4.374.013,64
2085	7.801.183,02	2.578.909,82	7.671.915,23	5.222.273,20	5.093.005,41
2086	8.012.137,91	2.120.611,07	7.905.862,15	5.891.526,84	5.785.251,08
2087	8.266.258,73	1.725.459,80	8.179.804,70	6.540.798,93	6.454.344,90
2088	8.561.774,46	1.387.946,96	8.492.248,16	7.173.827,50	7.104.301,20
2089	8.897.107,28	1.102.540,19	8.841.893,13	7.794.567,09	7.739.352,94
2090	9.270.904,75	863.829,73	9.227.657,85	8.407.075,02	8.363.828,12
2091	9.682.039,88	666.513,51	9.648.681,95	9.015.526,37	8.982.168,44
2092	10.129.639,97	505.566,41	10.104.345,09	9.624.073,56	9.598.778,68
2093	10.613.080,12	376.205,82	10.594.263,17	10.236.874,30	10.218.057,35
2094	11.132.004,02	274.017,40	11.118.301,09	10.857.986,62	10.844.283,69
2095	11.686.281,59	194.760,41	11.676.542,93	11.491.521,18	11.481.782,52
2096	12.276.031,72	134.539,10	12.269.304,83	12.141.492,62	12.134.765,73
2097	12.901.623,11	89.807,14	12.897.132,76	12.811.815,97	12.807.325,62
2098	13.563.682,50	57.413,98	13.560.811,83	13.506.268,52	13.503.397,85
2099	14.263.123,09	34.812,94	14.261.382,61	14.228.310,15	14.226.569,67

Anexo 3: Títulos Públicos Analisados

Títulos	Convexidade		Preço ρ_i	Taxa Indicativa
	Duration D_{ρ_i}	C_{ρ_i}		
NTN-B 2026	1,59	3,07	4.271,658	9,84%
NTN-B 2027	2,54	7,35	4.229,536	8,81%
NTN-B 2028	4	17,8	4.190,025	8,02%
NTN-B 2029	4,79	25,7	4.189,016	7,69%
NTN-B 2030	6	40,8	4.134,41	7,58%
NTN-B 2032	7,65	68,7	4.053,407	7,51%
NTN-B 2033	8,2	80	4.045,74	7,43%
NTN-B 2035	9,48	111	4.021,919	7,29%
NTN-B 2040	11,9	192	3.983,212	7,11%
NTN-B 2045	13,1	254	3.939,556	7,08%
NTN-B 2050	14	308	3.925,641	7,03%
NTN-B 2055	14,5	345	3.920,37	7,00%
NTN-B 2060	14,7	372	3.903,242	7,00%

Responsável Técnico

Thomás Freud de Moraes Gonçalves

Mestre em Estatística e Probabilidade, Atuário MIBA nº 3578