

Autoria:

Capitão-Tenente (Quadro Complementar - Intendente da Marinha) Renan Scavone Fernandes Pereira

Capitão de Mar e Guerra (RM1 - Intendente da Marinha) Marcos André Carvalho Neves

Capitão de Corveta (Intendente da Marinha) Aline Polibiano Beltrame Faria dos Santos

APLICAÇÕES DE RENDA FIXA DO FUNDO NAVAL: UM ESTUDO BASEADO NA ESTRATÉGIA DE OTIMIZAÇÃO DE PORTFÓLIO DE MARKOWITZ SEGUINDO A TRAJETÓRIA DA TAXA SELIC

Resumo: O Objetivo deste estudo é verificar se a aplicação da Teoria do Portfólio de Markowitz nos diferentes níveis da Taxa SELIC pode contribuir para a otimização da carteira do Fundo Naval (FN). Com este objetivo, foi desenvolvido um estudo de caso quantitativo iniciado por uma análise de Regressão. Desta análise foi possível determinar um ponto de mudança de desempenho relativo das aplicações do FN com o aumento da Taxa SELIC. Este ponto da Taxa SELIC orientou uma estratégia de segregação da otimização em três subperíodos. Desta forma, o desempenho dos portfólios foi analisado pela estratégia de máximo retorno, mínimo risco e máximo Índice de Sharpe. Os resultados apontaram oportunidades de melhoria na relação risco x retorno no portfólio do FN.

Palavras-chave: Otimização. Renda fixa. Fundo Naval. Teoria do Portfólio. Taxa SELIC.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil adota o Regime de Metas de Inflação na condução da política monetária com objetivo de garantir a estabilidade econômica, especialmente, no controle da evolução do nível geral de preços (inflação). Neste sentido, quando o nível de preços está acima da meta estabelecida pelo Conselho Monetário Nacional, o Comitê de Política Econômica e Monetária (COPOM) tende a elevar a meta

da taxa de juros SELIC, de forma a desestimular a demanda (consumo e o investimento) na economia e assim contribuir para a redução da taxa de inflação e vice versa.

A taxa SELIC é considerada a taxa básica de juros da economia, pois representa o custo de financiamento do Governo, considerado pelo mercado como um agente de menor risco, servindo portando de base para as demais taxas de juros de mercado. Neste sentido, este estudo procura analisar no período

de janeiro de 2013 a setembro de 2018 os efeitos dos diferentes níveis de taxa SELIC na rentabilidade mensal das aplicações de renda fixa do Fundo Naval (FN) e, por consequência, na eventual necessidade de alteração da estratégia de diversificação do portfólio.

A justificativa para este estudo decorre do fato das receitas financeiras constituírem uma importante fonte de orçamento da Marinha do Brasil (MB), representando cerca de 20% do total das receitas do FN. No cenário atual de austeridade fiscal e escassez de recursos, uma receita maior pode possibilitar abertura adicional de créditos para o Orçamento Anual Marinha.

O Objetivo Principal deste artigo é verificar se a aplicação da Teoria do Portfólio de Markowitz, nos diferentes níveis da SELIC, pode contribuir para a otimização da carteira do FN, de forma a responder ao problema desta pesquisa: como otimizar a relação risco x retorno seguindo a trajetória da Taxa SELIC. Os objetivos específicos são: identificar possíveis restrições, legais ou operacionais capazes de limitar as aplicações financeiras do FN; verificar através de análise comparativa se a aplicação do modelo de otimização de Portfólio de Markowitz contribui para melhorar a relação risco x retorno do portfólio atual do FN; e verificar se o nível da taxa de juros SELIC tem influência sobre a necessidade de alteração da estratégia de alocação do FN, orientando a tomada de decisão.

Para a realização deste estudo foi utilizada inicialmente a metodologia de pesquisa bibliográfica para um maior embasamento teórico. Em seguida foi realizada a análise de correlação entre as quatro principais aplicações de renda fixa da participação atual portfólio do FN. Posteriormente, foi utilizado o Modelo de Regressão Linear Simples calculado através do método dos Mínimos Quadrados Ordinários para identificar um eventual nível de taxa SELIC em que o

desempenho relativo das rentabilidades das aplicações do FN se altera.

Para a realização do estudo utilizou-se a análise de dados através do método estatístico proposto na Teoria do Portfólio de Markowitz como método de otimização de portfólios, que considera a correlação entre os ativos que compõem a carteira para otimizar a relação risco x retorno, isto é, o maior retorno possível para determinado nível de risco.

Para consecução do objetivo proposto, o artigo foi dividido em cinco seções: esta primeira, a Introdução; a segunda correspondente ao Referencial Teórico, que expõe os princípios e pressupostos do mercado de renda fixa e da Teoria do Portfólio de Markowitz; a terceira descreve a Metodologia utilizada no estudo; a quarta seção apresenta os Resultados obtidos e, a quinta e última seção, expõe as Conclusões do estudo, seguidas das referências bibliográficas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Fundo Naval

Instituído pelo Decreto nº 20.923, de 8 de janeiro de 1932, o Fundo Naval (FN) “consiste em uma soma de recursos financeiros destinados principalmente à renovação do material flutuante da Marinha de Guerra”, conforme previsto no Art. 1º do Decreto nº 46.429, de 14 de julho de 1959 (BRASIL, 1959). As Normas sobre Administração Financeira e Contabilidade da MB especificam que o Orçamento do Fundo Naval é parte integrante do Orçamento da MB que, por sua vez, está incluído no OGU, que é aprovado pelo Congresso Nacional e sancionado pelo Presidente da República (BRASIL, 2014).

Dentre as receitas do FN estão incluídos “os juros de depósitos ou de operações financeiras realizadas com os recursos do próprio FN” (BRASIL, 2014, 16-2), objeto de estudo deste artigo. Segundo a Portaria nº 345, de

29 de dezembro de 1998, do Ministério da Fazenda, o inciso II do Art. 1º autoriza aos fundos que interessam à defesa nacional a efetivarem aplicações no mercado financeiro (BRASIL, 1998), não especificando restrição quanto aos tipos de investimentos.

Desta forma, a Diretoria de Finanças da Marinha (DFM), através do Memorando nº1/2009, estabeleceu parâmetros para a formação do portfólio de investimentos do FN em renda fixa de forma que o recurso seja distribuído por diferentes aplicações sem que nenhum deles ultrapasse 50% do montante negociado (BRASIL, 2009)

Segundo o Banco do Brasil (BB, 2018), "os títulos de renda fixa se caracterizam por possuírem regras definidas de remuneração. Isto é, são aqueles títulos cujo rendimento é conhecido previamente (juro prefixado) ou que depende de indexadores (taxa de câmbio ou de inflação, taxa de juros, etc). Existem tanto títulos de renda fixa privados (Certificados de Depósitos Bancários e Debêntures, entre outros) como títulos de renda fixa públicos (Notas do Tesouro Nacional e Letras do Tesouro Nacional, por exemplo).

O FN diversifica parte expressiva de seus recursos em quatro aplicações que serão o alvo desta pesquisa: na Poupex; em dois fundos exclusivos, o CEF Acanthus da Caixa Econômica Federal e o BB Admiral do Banco do Brasil; e, na Conta Única do Tesouro (Aplicafin).

2.2. Taxa SELIC

O Banco Central do Brasil (BACEN) define a Taxa Selic da seguinte forma:

taxa média ajustada dos financiamentos diários apurados no Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (Selic) para títulos federais. Para fins de cálculo da taxa, são considerados os financiamentos diários relativos às operações registradas e liquidadas

no próprio Selic e em sistemas operados por câmaras ou prestadores de serviços de compensação e de liquidação (BACEN, 2018).

Os títulos no Selic "são de grande liquidez e teoricamente de risco mínimo, por isso, a taxa de definida no âmbito deste sistema é aceita como taxa livre de risco da economia, servindo de importante referencial para a formação dos juros de mercado" (ASSAF NETO; LIMA, 2014).

2.3 Conceitos preliminares relacionados à Teoria do Portfólio (Markowitz)

Segundo Markowitz (1952), o processo de seleção de um portfólio pode ser dividido em dois estágios: uma primeira etapa começa com a observação e a experiência e termina com formulação de uma expectativa para o desempenho dos títulos, e uma segunda etapa que começa com as expectativas relevantes sobre performances futuras e termina com a escolha do portfólio, foco do seu estudo.

Para Markowitz (1952), parte-se do princípio que o investidor em regra considera o retorno esperado uma coisa desejável e a variação desses retornos uma coisa indesejável. Esta lógica define o comportamento do investidor. Assim, pressupõe-se que, para ativos que apresentem retornos esperados próximos, o investidor irá optar pelo ativo de menor exposição ao risco. Por outro lado, no caso de dois ativos possuírem o mesmo nível de risco, o investidor irá optar por aquele com maior retorno esperado. Por fim, para ativos distintos com risco e retorno semelhantes, o investidor será indiferente na sua escolha.

A consideração essencial de Markowitz (1952) é que, dependendo da covariância entre os ativos, é possível que duas carteiras com idêntico nível de retorno esperado apresentem diferentes níveis de risco. Adicionalmente, aponta que a correlação entre os ativos não

é capaz de eliminar todo o risco (variância) de um portfólio de investimentos. Dentro desta perspectiva emerge o conceito de carteira eficiente, que se caracteriza pela combinação ótima dos ativos passíveis de compor um portfólio, gerando a melhor relação risco x retorno possível.

Markowitz (1952) considera que o valor esperado (ou média) do portfólio é o resultado do somatório da multiplicação dos retornos individuais dos ativos pelos respectivos pesos no portfólio. Por sua vez, a variância (medida de dispersão) é o resultado do somatório dos pesos dos ativos no portfólio multiplicados pelo quadrado da diferença entre valores dos retornos individuais de cada ativo e o valor esperado do portfólio. O desvio padrão é a raiz quadrada da variância. Por fim, a covariância entre dois ativos corresponde ao valor esperado resultante da multiplicação das diferenças de retornos individuais de cada ativo deduzidos dos respectivos valores esperados individuais.

De forma a considerar a relação risco x retorno, Markowitz (1952) descreve que se a preocupação do investidor deixar de ser a variância e passar a ser no erro padrão (desvio padrão) ou com o coeficiente de dispersão (desvio padrão dividido pelo retorno esperado), a sua escolha ainda assim estaria em um conjunto de portfólios eficientes.

Neste mesmo sentido, William Sharpe desenvolveu um índice, o Índice de Sharpe (IS), para realizar a análise de desempenho dos investimentos ajustados ao risco. Este índice revela em que medida o retorno de uma carteira é superior ao retorno do ativo livre de risco para cada unidade de risco (desvio padrão) (SHARPE, 1966). Este índice se calcula pelo resultado da diferença entre o Retorno da Carteira e o Retorno do Ativo Livre de Risco dividido pelo Risco da carteira ou portfólio (Desvio Padrão), $IS = (R_c - R_f) / \sigma_c$. Desta forma, o índice de Sharpe passou a ser utilizado no

mercado financeiro para analisar a eficiência dos retornos dos ativos em relação ao risco.

2.4. Modelo de Regressão Linear (MRL)

Uma parte fundamental deste estudo é perceber o relacionamento entre as rentabilidades das aplicações do FN e a taxa SELIC. De acordo com Stevenson (2001):

A análise de correlação dá um número que resume o grau de relacionamento entre duas variáveis; a análise de regressão tem como resultado uma equação matemática que descreve o relacionamento. A equação pode ser usada para estimar, ou prever, valores futuros de uma variável quando se conhecem ou se supõem conhecidos valores da outra variável. A análise de correlação é útil em trabalho exploratório, quando um pesquisador ou analista procura determinar quais variáveis são potencialmente importantes e o interesse está basicamente no grau ou força do relacionamento (STEVENSON, 2001, p. 172).

De acordo com Stevenson (2001), a equação linear assume a forma: $y = a + bx$, "a" representando a cota da reta e "b" representando o coeficiente angular. A variável "y" será a variável que será predita (variável dependente), enquanto o "x" será o preditor (variável independente). No caso da regressão inclui-se o erro representado por "e" descreve o desvio ou dispersão em relação à reta estimada: $y = a + bx + e$. Este erro decorre do fato existirem, eventualmente, diversos elementos que explicam uma variável, como no caso da rentabilidade das aplicações do FN em que a Taxa Selic pode ser apenas um destes fatores.

Ainda conforme o mesmo autor (STEVENSON, 2001), as hipóteses ou pressupostos para a análise da regressão linear são as seguintes: existência de dados de

mensurações tanto para x como para y ; a variável dependente deve ser aleatória; para cada valor de x há uma distribuição condicional de y 's que é normal (Normalidade dos resíduos); e, os desvios padrões de todas as distribuições condicionais são iguais (Homoscedasticidade dos resíduos).

Por fim, resta observar que dentro da análise de relacionamento entre variáveis o coeficiente de determinação surge como uma medida útil que representa o grau em que as previsões baseadas na equação de regressão superam as previsões baseadas em y médio, pois, caso isso não ocorra, a equação de regressão não é útil. Assim, R^2 representa a porcentagem de variação explicada, ou seja, é a razão da variação explicada para a variação total, podendo variar de 0 a 1 (STEVENSON, 2001).

3 METODOLOGIA

3.1 Tipo de Pesquisa e classificação metodológica

A natureza desta pesquisa é aplicada, “[...] pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos.” (PRODANOV; FREITAS, 2013, p.51). Neste sentido, o objetivo é avaliar se a Teoria do Portfólio é capaz de maximizar a relação risco x retorno da carteira do FN.

No que diz respeito aos procedimentos técnicos adotados, esta pesquisa é classificada como um estudo de caso, pois tem o objetivo de analisar se a aplicação de técnicas de programação quadrática da Moderna Teoria do Portfólio pode otimizar a relação risco x retorno da carteira atual do FN. Assim, este procedimento objetiva orientar uma ou mais decisões, identificar seus motivos e resultados (PRODANOV; FREITAS, 2013). Também, foi realizada revisão bibliográfica para

proporcionar um maior embasamento teórico sobre o tema através de livros e trabalhos acadêmicos. Em paralelo, foi realizada uma pesquisa documental de consulta às normas e leis relacionadas ao FN, bem como o valor histórico das aplicações de renda fixa.

Quanto aos objetivos deste trabalho, esta pesquisa pode ser classificada como descritiva. Segundo Prodanov e Freitas (2013), este tipo de pesquisa visa a descrever as características de determinado fenômeno ou o estabelecimento de relações e associações entre as variáveis. Isto fica visível quando no estudo sobre o relacionamento entre as rentabilidades das aplicações de renda fixa do FN e a Taxa Selic.

Na coleta e tratamento dos dados foi adotada uma abordagem quantitativa, com o apoio do programa Gretl e Microsoft Excel 2016, pacote MS Office, bem como consulta a plataforma Bloomberg professional.

3.2 Procedimentos técnicos para Coleta e Tratamento dos Dados

Neste momento serão descritos os procedimentos adotados até a otimização do portfólio do Fundo Naval segundo diferentes estratégias.

Inicialmente, os dados de rentabilidade mensal da Conta Única do Tesouro (Aplicafin) e dos fundos CEF Acanthus, BB Admiral e POUPEX foram obtidos através dos relatórios de acompanhamento da gestão da Encarregada da Divisão do Fundo Naval (DFM-33), em outubro de 2017. Foi realizada a conversão da rentabilidade mensal em termos do CDI dos respectivos fundos para a taxa efetiva de rentabilidade mensal. Esta se deu através da multiplicação das rentabilidades percentuais em termos de percentuais do CDI pelos valores efetivos dos acumulados mensalmente para o DI-Over acumulado mensalmente no período em taxa equivalente a anual (dados obtidos pela plataforma Bloomberg Professional da mesa de operação da DFM).

Os valores mensais da taxa SELIC OVER (% a.a.) também foram obtidos na mesma plataforma (considerado nesse estudo como o ativo livre de risco em conformidade com o referencial teórico e utilizado no cálculo dos índices de Sharpe de cada período). Na preparação dos dados, as taxas de juros mensais foram capitalizadas anualmente, desta forma todas as variáveis como retorno médio, desvio padrão, covariância devem ser assim interpretadas.

Antes de iniciar a otimização dos portfólios foi realizada uma análise de correlação e de regressão, foram verificados os Coeficientes de Correlação entre as aplicações do FN e a Taxa SELIC através do programa Gretl (Matriz de Correlação). Em seguida, foi realizada a Regressão entre as quatro principais aplicações do FN e a Taxa SELIC individualmente pelo Gretl através do Método dos Mínimos Quadrados Ordinários. Este método corresponde a uma técnica estatística utilizada com objetivo de ajustar uma linha reta (valores esperados) a um conjunto de pontos (valores reais) (STEVENSON, 2001). Desta forma, foram obtidos os parâmetros para as retas estimadas.

Em seguida, foram analisados os p-valores resultantes da Regressão no Gretl dos testes T para os coeficientes lineares e para os coeficientes angulares considerando: Hipótese Zero (H_0): O coeficiente é igual a zero ($p\text{-valor} > \alpha$) e H_1 : O coeficiente é diferente de zero ($p\text{-valor} < \alpha$). Cabe destacar que o p-valor é a probabilidade de se obter uma estatística de teste igual ou mais extrema que a observada em uma amostra ou população, sob a hipótese nula. Desta forma, quando p-valor tende a zero, sendo inferior ao nível de significância definido, rejeita-se a hipótese nula. Seguindo a mesma lógica, foi analisado o resultado do teste F (1, 67) para os coeficientes de determinação de forma a verificar o grau de explicação do modelo.

Por fim, foram realizados no programa Gretl os testes para os pressupostos do Modelo

de Regressão Linear definidos no referencial teórico: Normalidade dos Resíduos (teste de aderência de Qui-Quadrado para Distribuição Normal com hipótese zero de o erro apresentar distribuição Normal) e Homocedasticidade dos Resíduos (Teste de Breusch-Pagan-Godfrey com hipótese zero de não haver heterocedasticidade, ou seja, a variância constante).

Após identificado a relacionamento entre a rentabilidade das aplicações e a Taxa SELIC, foi encontrado um valor em que a rentabilidade do Aplicafin passou a ser, em média, inferior as demais aplicações. Este valor foi utilizado na definição da estratégia de otimização de portfólio por períodos com Taxa SELIC abaixo e acima deste valor. Assim, o período de janeiro de 2013 a setembro de 2018 foi segregado em três subperíodos.

Em seguida, para cada período foram construídas as tabelas para demonstrar o desempenho individual (Retorno, Risco e Índice de Sharpe) das aplicações (CEF Acanthus, BB Admiral e POUPEX e APLICAFIN), conforme conceitos abordados no referencial teórico.

A ferramenta utilizada na elaboração dos portfólios foi o *software* Excel (Microsoft, Califórnia, EUA), conforme descrito em Benninga (2008), no método para a otimização de portfólio sem venda a descoberto. Para encontrar a matriz de covariâncias foi utilizada a ferramenta Análise de Dados (Covariância).

De acordo com Benninga (2008), resumidamente, as etapas para a elaboração da carteira ótima passam por calcular as médias e os riscos (desvio-padrão) dos retornos dos ativos; montar a matriz de covariâncias dos retornos; transpor os resultados obtidos na matriz de covariâncias para os espaços em branco; estabelecer a matriz de pesos dos ativos na alocação do portfólio; e, através da ferramenta Solver do Excel maximizar ou minimizar objetivos através dos vetores dos retornos esperados e dos vetores de pesos individuais de cada ativo. Por este método, foram otimizados

os portfólios e obtidos os resultados que serão apresentados e analisados segundo as diferentes estratégias e suposições definidas.

4 ANÁLISE DE DADOS E RESULTADOS

4.1 Resultados estatísticos do estudo preliminar

Em uma análise exploratória inicial realizada no programa Gretl com o objetivo de identificar o relacionamento entre as rentabilidades das aplicações do FN e a taxa SELIC foram obtidos os seguintes resultados: $\text{corr}(B\text{-}B\text{Admiral, SELIC}) = 0,99821236$; $\text{corr}(C\text{E}F\text{Acanthus, SELIC}) = 0,99946680$; $\text{corr}(P\text{ou}p\text{ex, SELIC}) = 0,98795800$; e $\text{corr}(A\text{plicafin, SELIC}) = 0,69335018$. Em todos os casos, o p-valor para o teste de hipótese de não correlação tendeu a zero, apontando a existência de correlação linear positiva entre as variáveis, relação esta mais forte quanto mais próxima de 1 como nos três primeiros casos.

A partir desta análise inicial de correlação, o objetivo passou a ser identificar possíveis mudanças de comportamento entre a rentabilidade das diversas aplicações do FN nos diferentes níveis de taxa SELIC e, assim, orientar a definição de uma possível estratégia de otimização de Portfólio. Neste sentido, foram realizadas no Gretl quatro Regressões Lineares Simples, pelo Método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MMQO), entre a rentabilidade de cada aplicação (variável dependente) e a taxa SELIC (variável independente).

Cabe observar que os Modelos de Regressão Linear Simples (MRLS) individuais para as rentabilidades do fundo CEF Acanthus e da Pouplex em relação à taxa SELIC não atenderam ao pressuposto de normalidade dos resíduos, fato que comprometeu a continuidade da análise. Porém, foi mantido o objetivo inicial de encontrar um possível parâmetro para a definição da estratégia de otimização de portfólio através das Regressões descritas na Tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Resultados individuais dos MRLS estimados pelo MMQO - janeiro de 2013 a setembro de 2018)

Variáveis Dependentes	Rentabilidades mensais em (%a.a) da aplicações do FN em relação a Taxa SELIC média mensal (%a.a) - 69 observações					
	Coefficientes (1)	Parâmetros (2)	razão-t (3)	P-valor (4)	P-valor do Teste de Breusch-Pagan (H0: sem Heteroscedasticidade) (5)	Teste da Normalidade dos Resíduos (H0: o erro tem distribuição Normal) (6)
Rentabilidade BB Admiral (rendimento mensal em %a.a.)	constante	-0,001918	-2,278	0,0259	P-valor = $P(\text{Qui-quadrado}(1) > 2,63965) = 0,104227$	Estatística de teste: Qui-quadrado (2) = 0,0345515; com p-valor = 0,982873
	Taxa SELIC	1,04166	136,7	1,03e-083		
	F(1, 67)	18689,59		1,03e-83		
	R ²	0,996428				
Rentabilidade APLICAFIN (rendimento mensal em %a.a.)	constante	0,0654569	10,04	5,38e-015	P-valor = $P(\text{Qui-quadrado}(1) > 0,187814) = 0,664742$	Estatística de teste: Qui-quadrado (2) = 1,18885; com p-valor = 0,551879
	Taxa SELIC	0,464514	7,876	4,03e-011		
	F(1, 67)	62,02840		4,03e-11		
	R ²	0,480734				

Fonte: elaborado pelo autor.

Analisando a Tabela 1 verifica-se, em primeiro lugar, que os p-valores, coluna (4), associados às estatísticas de teste t ou razão-t (3) para os parâmetros dos coeficientes lineares (“constante”) e angulares (“taxa SELIC”) são inferiores ao nível de significância de 10% nos dois modelos (BB Admiral e Aplicafin), logo os parâmetros são significativos na população ao nível de significância definido. Da mesma forma, em cada um dos modelos, os p-valores tendendo a zero para os testes F(1,67) atestam a capacidade dos mesmos de explicar a relação entre a taxa SELIC e a rentabilidade da respectiva aplicação.

Os valores dos coeficientes de determinação (R^2) de 0,996428 e de 0,480734, respectivamente, representam a capacidade de explicação de cada modelo linear, ou seja, 99% das variações percentuais da variável rentabilidade BB Admiral são explicadas pela variação da taxa SELIC e, no caso do Aplicafin, este valor é de 48%.

Em relação aos pressupostos dos MRLS: o Teste de Breusch-Pagan (5) indica a não rejeição da hipótese de não heterocedasticidade nos dois modelos, em função dos respectivos p-valores (0,104227 e 0,664742) serem superiores ao nível de significância definido de 10%; quanto aos testes de Normalidade dos

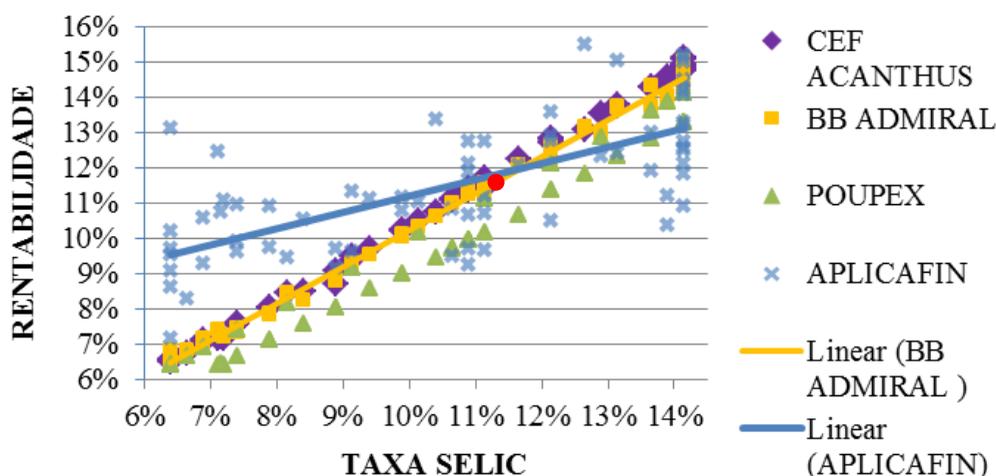
Resíduos ($\hat{\epsilon}$), nos dois modelos os respectivos p-valores (0,982873 e 0,551879) indicam a não rejeição da hipótese zero (erros com distribuição normal) uma vez que são superiores ao nível de significância definido de 10%.

De forma a representar o comportamento da rentabilidade das aplicações do FN em relação à variável independente taxa SELIC foi elaborado o Gráfico 1 representado abaixo.

Pela análise do Gráfico 1, percebe-se que em média a rentabilidade mensal do Aplicafin é superior às demais quando o nível da taxa SELIC está em níveis inferiores e, partir de determinado nível, a rentabilidade das demais aplicações passam a ser em média superiores.

A partir do resultado da regressão é possível determinar um ponto estimado em que ocorrem as mudanças de comportamento nas rentabilidades médias. Ao realizar a igualdade entre as equações lineares estimadas ($0,0655 + 0,465 \times \text{Taxa SELIC} = -0,00192 + 1,04 \times \text{Taxa SELIC}$) obtêm-se o ponto de interseção das equações quando a taxa SELIC mensal é igual a 11,7% (a.a.); ponto representado em vermelho no gráfico. Este ponto será utilizado como referência para a definição da estratégia de otimização de portfólio seguindo a taxa SELIC.

Gráfico 1 - Rentabilidades vs Taxa SELIC



Fonte: elaborado pelo autor.

4.2. Otimização de Portfólio

Considerando a identificação de mudanças no comportamento nas rentabilidades das aplicações do FN com o aumento da taxa SELIC, será adotada uma estratégia de otimização de portfólio que segregue os períodos em que a taxa SELIC é inferior ao valor de referência calculado (11,7%) e os períodos em que esta é igual ou superior ao mesmo. Assim, de forma a seguir a trajetória da taxa SELIC, o período total observado de janeiro/2013 a setembro/2018 será dividido em três subperíodos: janeiro/2013 a novembro/2014, dezembro/2014 a março/2017 e abril/2017 a setembro/2018.

De forma a ilustrar o comportamento da rentabilidade das aplicações do FN e a trajetória da taxa de juros SELIC no período de análise foi elaborado o Gráfico 2

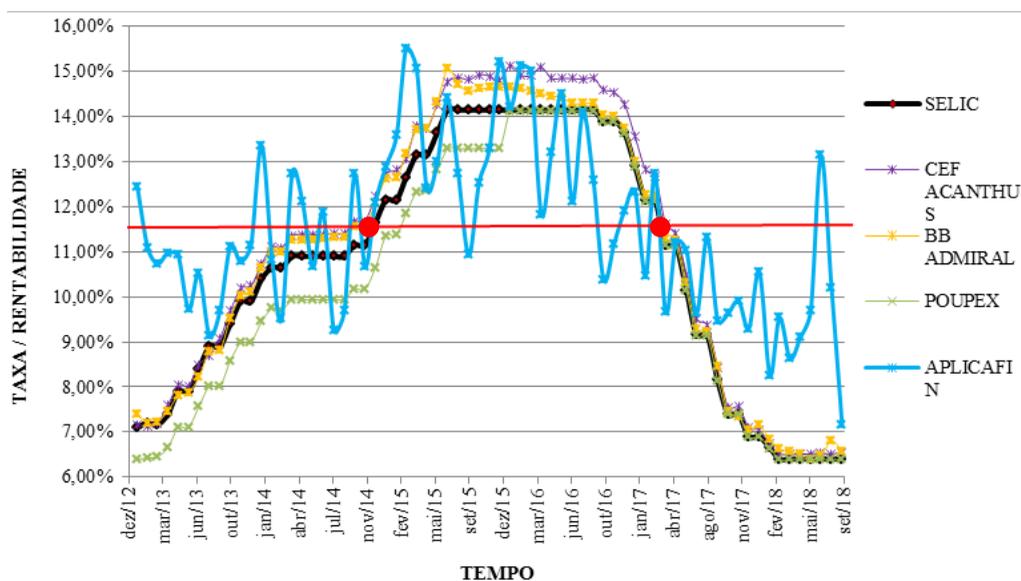
A linha horizontal vermelha no Gráfico 2 representa o nível de referência (11,7%) que segregue, nos pontos em vermelho, a estratégia de otimização por subperíodos. Observa-se com maior clareza um desempenho relativo

superior do Aplicafin nos dois subperíodos em que a taxa SELIC (linha preta) é inferior ao valor de referência, fato que não se confirma para valores superiores.

De acordo com o estabelecido na metodologia, esta seção apresentará, primeiramente, os retornos médios mensais, os desvios padrão e os índices de Sharpe de cada aplicação nos diferentes subperíodos. Posteriormente, descreverá os resultados dos portfólios otimizados nos três subperíodos. Para avaliação do resultado da aplicação da Teoria do Portfólio serão comparadas as estratégias Máximo Retorno (1), Mínimo risco (2) e Máximo Índice de Sharpe (3), numeradas desta forma nas tabelas de forma a propiciar maior agilidade nas análises.

De forma a enriquecer o estudo, foram incluídos o Portfólio com pesos iguais (4), a Estratégia de retorno máximo com pesos restritos entre 5% e 50% (5), como forma de avaliar a diversificação forçada decorrente eventual de ordem interna. Adicionalmente, foi incluído o Portfólio com pesos equivalentes

Gráfico 2 - Rentabilidades das aplicações do FN e a trajetória da Taxa SELIC (janeiro/2013 a setembro/2018)



Fonte: elaborado pelo autor.

a atual carteira do FN (6) com objetivo de verificar oportunidades reais de melhoria trazidas pela Teoria do Portfólio na estratégia de seleção de portfólio em diferentes níveis de taxa SELIC.

4.2.1 Otimização de portfólio no subperíodo de janeiro de 2013 a novembro de 2014

Para identificar o desempenho individual das rentabilidades das aplicações do FN foi construída a Tabela 2.

Observa-se na Tabela 2 que o Aplicafin apresentou o maior retorno médio mensal no período, 10,94% (a.a.), e o menor desvio padrão mensal 1,143% (a.a.). Assim, o respectivo Índice de Sharpe de 1,23 também foi o maior, representando a melhor relação retorno x risco. No cálculo do Índice de Sharpe foi considerada uma taxa livre de risco de 9,5422% (a.a.), equivalente à taxa SELIC média mensal do período.

Em relação às demais aplicações, o CEF Acanthus e BB Admiral apresentaram resultados próximos nos três indicadores. A Poupex teve o menor retorno esperado apesar de apresentar o segundo menor risco. O Índice de Sharpe negativo de (0,64) da Poupex, indicou que seria mais vantajoso investir em um título público atrelado a taxa SELIC no período.

Com objetivo de analisar as vantagens da aplicação da Teoria do Portfólio para diferentes estratégias foi criada a Tabela 3.

Cabe destacar pela Tabela 3 que a otimização da carteira pela estratégia de Máximo Retorno (1) gerou uma alocação/peso de 100% no Aplicafin e resultou em um retorno médio mensal de 10,944% (a.a.), consideravelmente superior aos retornos dos Portfólios com alocação restrita descritos nas colunas da tabela como (4), (5) e (6). Comparando-se apenas o retorno esperado da estratégia Máximo retorno (1) com a de Pesos equivalentes ao Portfólio atual do Fundo Naval (6), percebe-se um custo de oportunidade mensal de 0,702 pontos percentuais (a.a.), o que representaria uma melhoria de 6,85 %na rentabilidade média mensal no período;

A otimização do Portfólio pelo Mínimo Risco (2) gerou em uma alocação de 39,61% na Poupex e 60,39% no Aplicafin e resultou em um desvio padrão mensal de 0,931% (10,944% -10,242%). Esta redução de risco foi associada a uma redução no retorno esperado mensal para 10,039% em relação à estratégia Máximo retorno (1). O fato de ser necessário abrir mão de retorno para reduzir risco é compatível com o denominada relação de *trade-off* entre o risco e o retorno. Comparando-se o resultado com o portfólio com Pesos iguais (4) verifica-se que o retorno esperado mensal (9,792%) foi o menor, enquanto o risco (1,230%) foi maior, demonstrando que a formação dessa carteira não seria eficiente.

Tabela 2 – Indicadores de desempenho das aplicações analisadas de jan/2013 a nov/2014

APLICAÇÕES	INDICADORES DOS ATIVOS (valores mensais em %a.a.)					
	RetornoE (R)	Ranking	Risco = DP (R)	Ranking	Índice de Sharpe	Ranking
CEF Acanthus	9,83%	2	1,646%	4	0,18	2
BB Admiral	9,73%	3	1,613%	3	0,12	3
Poupex	8,66%	4	1,375%	2	(0,64)	4
Aplicafin	10,94%	1	1,143%	1	1,23	1

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 3 – Desempenhos dos portfólios por estratégia de otimização de jan/2013 a nov/2014

APLICAÇÕES E INDICADORES	ESTRATÉGIA DE OTIMIZAÇÃO, PESOS NO TOTAL DO PORTFÓLIO (P) E DESEMPENHO (valores mensais em %a.a.)							
	Máximo retorno (1)	Mínimo risco / DP (2)	Máximo Índice de Sharpe (3)	Pesos iguais (4)	Máximo retorno - Pesos entre 5 a 50% (5)	Pesos equivalentes ao Portfólio do FN (6)	Máx. retorno com o mesmo DP do FN (7)	Mín. Risco com mesmo retorno do FN (8)
CEF Acanthus	-	-	0,58%	25,00%	40,00%	16,78%	16,42%	-
BB Admiral	-	-	0,00%	25,00%	5,00%	20,83%	-	-
Poupex	-	39,61%	0,00%	25,00%	5,00%	11,53%	-	30,73%
Aplicafin	100,00%	60,39%	99,42%	25,00%	50,00%	50,85%	83,58%	69,27%
Retorno = E (P)	10,944%	10,039%	10,938%	9,792%	10,325%	10,242%	10,762%	10,242%
Risco = DP (P)	1,143%	0,931%	1,138%	1,230%	1,051%	1,028%	1,028%	0,943%
Índ. de Sharpe	1,22640	0,53	1,22645	0,20	0,74	0,68	1,19	0,74

Fonte: elaborado pelo autor.

Por sua vez, a otimização do Portfólio pelo Máximo Índice de Sharpe (3) resultou numa alocação de 0,58% em CEF Acanthus e 99,42% em Aplicafin. O valor do Índice foi de 1,22645 e correspondeu a uma melhoria residual na relação risco x retorno em relação a estratégia Máximo Retorno (1) com valor de 1,22640. Ressalta-se que este Índice foi substancialmente superior ao resultante da alocação pelos Pesos equivalentes ao Portfólio atual do FN (6), igual a 0,68, apontando uma melhor relação risco x retorno.

Resta destacar que a carteira simulada com Pesos equivalentes ao Portfólio atual do Fundo Naval (6) não se revelou como uma carteira eficiente no período de análise, pois, conforme se observa nas colunas (7) e (8) da tabela, seria possível obter um maior retorno (10,762%) para o mesmo risco (1,028%) ou um menor risco (0,943%) para o mesmo retorno (10,242%).

4.2.2 Otimização de portfólio no subperíodo de dezembro de 2015 a março de 2017

Para identificar o desempenho individual das rentabilidades das aplicações em

análise foi construída a tabela a seguir (Tabela 4).

Observa-se na Tabela 4 mudança significativa nos indicadores de desempenho em relação à Tabela 2 uma vez que o fundo CEF Acanthus passou a apresentar o maior retorno médio mensal de 14,23% (a.a.) e o maior Índice de Sharpe de 0,77 no período. No cálculo do Índice de Sharpe foi considerada uma taxa livre de risco de 13,5518% (a.a.), equivalente à taxa SELIC média mensal do período. Por outro lado, o fundo BB Admiral apresentou o menor risco 0,858% (a.a.) e a segunda maior rentabilidade mensal com 13,93% (a.a.).

O Aplicafin passou a apresentar o menor retorno esperado (13,05%) e o maior risco (1,435%). Juntamente com a Poupex o Índice de Sharpe foi negativo em (0,40) e (0,35), respectivamente, indicando que a rentabilidade não foi suficiente para superar a taxa SELIC.

Com objetivo de analisar as vantagens da aplicação da Teoria do Portfólio para diferentes estratégias descritas na seção 4.2 e na metodologia foi criada a Tabela 5 a seguir:

Analisando a Tabela 5, percebe-se que a otimização da carteira pela estratégia de Máximo Retorno (1) gerou uma alocação de 100% do peso no fundo CEF Acanthus e resultou em um retorno médio mensal de 14,233% (a.a.). Comparando-se os retornos esperados mensais dos Portfólios alocação restrita, descritos nas colunas da tabela como (4), (5) e (6), verifica-se que os mesmos resultaram em retornos esperados mensais inferiores: 13,588%, 13,997% e 13,441%, respectivamente. Importa observar que a diversificação pelos Pesos equivalentes ao Portfólio atual do FN (6) resultou no menor retorno esperado

mensal (13,441%) entre todas as alternativas analisadas, porém em geral os retornos foram relativamente próximos.

Comparando-se apenas o retorno esperado da estratégia Máximo retorno (1) com a de Pesos equivalentes ao Portfólio atual do FN (6), percebe-se um custo de oportunidade mensal de 0,792 pontos percentuais (14,233% -13,997%), superior ao descrito em 4.2.1 (0,702), o que representaria uma melhoria de 5,89 % na rentabilidade média mensal no período.

A otimização do Portfólio pelo Mínimo Risco (2) gerou em uma alocação de 75,66%

Tabela 4 – Indicadores de desempenho das aplicações analisadas de dez/2015 a mar/2017

APLICAÇÕES	INDICADORES DOS ATIVOS (valores mensais em %a.a.)					
	RetornoE (R)	Ranking	Risco = DP (R)	Ranking	Índice de Sharpe	Ranking
CEF Acanthus	14,23%	1	0,882%	2	0,77	1
BB Admiral	13,93%	2	0,858%	1	0,44	2
Poupex	13,15%	3	1,001%	3	(0,40)	4
Aplicafin	13,05%	4	1,435%	4	(0,30)	3

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 5 – Desempenhos dos portfólios por estratégia de otimização de dez/2015 a mar/2017

APLICAÇÕES E INDICADORES	ESTRATÉGIA DE OTIMIZAÇÃO, PESOS NO TOTAL DO PORTFÓLIO (P) E DESEMPENHO (valores mensais em %a.a.)							
	Máximo retorno (1)	Mínimo risco / DP (2)	Máximo Índice de Sharpe (3)	Pesos iguais (4)	Máximo retorno - Pesos entre 5 a 50% (5)	Pesos equivalentes ao Portfólio do FN (6)	Máx. retorno com o mesmo DP do FN (7)	Mín. Risco com mesmo retorno do FN (8)
CEF Acanthus	100,00%	75,66%	100,00%	25,00%	50,00%	16,78%	47,97%	-
BB Admiral	-	-	0,00%	25,00%	40,00%	20,83%	-	40,79%
Poupex	-	-	0,00%	25,00%	5,00%	11,53%	-	35,04%
Aplicafin	-	24,34%	0,00%	25,00%	5,00%	50,85%	52,03%	24,17%
Retorno = E (P)	14,233%	13,945%	14,233%	13,588%	13,997%	13,441%	13,616%	13,441%
Risco = DP (P)	0,882%	0,794%	0,882%	0,798%	0,838%	0,907%	0,907%	0,800%
Índ. de Sharpe	0,77	0,49	0,77	0,05	0,53	-0,12	0,07	-0,14

Fonte: elaborado pelo autor.

na CEF Acanthus e 24,34% no Aplicafin e resultou em um desvio padrão mensal de 0,794% e um retorno esperado de 13,945% (a.a.). Comparando-se com o resultado das alocações restritas descritas nas colunas (4), (5) e (6) verifica-se que as mesmas não são eficientes pois apresentam maiores riscos e menores retornos, inclusive na estratégia Pesos equivalentes ao Portfólio atual do FN (6) com risco de (0,907%) e o retorno mensal (13,441%).

Em relação à otimização do Portfólio pelo Máximo Índice de Sharpe (3), esta gerou uma alocação de 100% no fundo CEF Acanthus e

resultou em valor de 0,77, mesmo resultado da otimização por Máximo retorno (1). Neste caso, índice foi consideravelmente superior aos resultantes das estratégias de alocação restrita descritas das colunas (4), (5) e (6), que resultaram nos valores de 0,05, 0,53 e -0,12, respectivamente. No caso diversificação pelos

Pesos equivalentes ao Portfólio atual do FN (6) o Índice de Sharpe foi negativo, pior relação risco x retorno, sendo menos vantajoso que a remuneração da taxa SELIC no período.

Resta destacar que a carteira simulada com Pesos equivalentes ao Portfólio atual do FN (6) não se revelou como uma carteira eficiente no

Tabela 6 – Indicadores de desempenho das aplicações analisadas de abr/2017 a set/2018

APLICAÇÕES	INDICADORES DOS ATIVOS (valores mensais em %a.a.)					
	RetornoE (R)	Ranking	Risco = DP (R)	Ranking	Índice de Sharpe	Ranking
CEF Acanthus	7,915%	2	1,736%	4	0,113	2
BB Admiral	7,865%	3	1,637%	2	0,089	3
Poupex	7,708%	4	1,641%	3	(0,007)	4
Aplicafin	9,855%	1	1,278%	1	1,671	1

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 7 – Desempenhos dos portfólios por estratégia de otimização de abr/2017 a set/2018

APLICAÇÕES E INDICADORES	ESTRATÉGIA DE OTIMIZAÇÃO, PESOS NO TOTAL DO PORTFÓLIO (P) E DESEMPENHO (valores mensais em %a.a.)							
	Máximo retorno (1)	Mínimo risco /DP (2)	Máximo Índice de Sharpe (3)	Pesos iguais (4)	Máximo retorno - Pesos entre 5 a 50% (5)	Pesos equivalentes ao Portfólio do FN (6)	Máx. retorno com o mesmo DP do FN (7)	Mín. Risco com mesmo retorno do FN (8)
CEF Acanthus	-	-	0,00%	25,00%	40,00%	16,78%	-	-
BB Admiral	-	-	0,00%	25,00%	5,00%	20,83%	12,73%	-
Poupex	-	39,61%	0,00%	25,00%	5,00%	11,53%	-	46,01%
Aplicafin	100,00%	67,38%	100,00%	25,00%	50,00%	50,85%	87,27%	53,99%
Retorno = E (P)	9,855%	9,205%	9,855%	8,336%	8,872%	8,867%	9,601%	8,867%
Risco = DP (P)	1,278%	1,146%	1,278%	1,387%	1,220%	1,197%	1,197%	1,175%
Índ. de Sharpe	1,67	1,30	1,67	0,44	0,94	0,96	1,57	0,98

Fonte: elaborado pelo autor.

período de análise, pois, conforme se observa nas colunas (7) e (8) da tabela, seria possível obter um maior retorno (13,616%) para o mesmo risco (0,907%) ou um menor risco (0,800%) para o mesmo retorno (13,441%).

4.2.3 Otimização de portfólio no subperíodo de abril de 2017 a setembro de 2018

Observa-se na Tabela 6 que os indicadores de desempenho voltam a ser similares aos descritos na tabela 2 (mesmo nível de Taxa SELIC), pois, neste período, o Aplicafin volta a apresentar o maior retorno médio mensal de 9,855% (a.a.) e o menor desvio padrão mensal 1,278% (a.a.). Da mesma forma, o Índice de Sharpe foi de 1,671, a melhor relação retorno x risco. No cálculo do Índice de Sharpe foi considerada a taxa livre de risco de 7,7194% (a.a.), equivalente à taxa SELIC média mensal do período.

Em relação às demais aplicações, todas passam a ter resultados mais próximos nos três indicadores. A Pouplex teve o menor retorno esperado apesar de apresentar o segundo menor risco e, apesar da melhoria de desempenho relativo neste período, o Índice de Sharpe se manteve negativo, não sendo suficiente para superar a taxa de juros SELIC.

Com objetivo de analisar as vantagens da aplicação da Teoria do Portfólio para diferentes estratégias descritas na seção 4.2 e na metodologia foi criada a Tabela 7.

Com base na Tabela 7, verifica-se que a otimização da carteira pela estratégia de Máximo Retorno (1) gerou uma alocação/peso de 100% no Aplicafin e resultou em um retorno médio mensal de 9,855% (a.a.). Ao comparar com os retornos esperados mensais dos Portfólios alocação restrita, descritos nas colunas da tabela como (4), (5) e (6), verifica-se que os mesmos resultaram em retornos esperados mensais inferiores: 8,336%, 8,872% e 8,867%, respectivamente.

Porém, ao comparar apenas o retorno esperado da estratégia Máximo retorno (1) com a de Pesos equivalentes ao Portfólio atual do FN (6), percebe-se um custo de oportunidade mensal de 0,988 pontos percentuais (9,855% - 8,867%), superior aos dos demais períodos analisados (0,702 pontos percentuais em 4.2.1 e 0,792 pontos percentuais em 4.2.2). Esta diferença representaria uma melhoria de 11,14% na rentabilidade mensal no período.

Pela otimização do Portfólio pelo Mínimo Risco (2) obteve-se uma alocação de 39,61% na Pouplex e 67,38% no Aplicafin e resultou em um desvio padrão mensal de 1,146% (a.a.), acompanhada por uma redução no retorno esperado para 9,205%. Ao comparar com as alocações restritas descritas nas colunas (4), (5) e (6) observa-se que as mesmas apresentaram um risco superior e retorno esperados inferior (portfólios não eficientes).

Por sua vez, a otimização do Portfólio pelo Máximo Índice de Sharpe (3) gerou uma alocação de 100% no Aplicafin e resultou em valor de 1,67. Neste caso, índice foi consideravelmente superior aos resultantes das estratégias de alocação restrita das colunas (4), (5) e (6), que resultaram nos valores de 0,44, 0,94 e 0,96, respectivamente. Assim, a portfólio com pesos equivalentes ao FN no período apresentou uma relação risco x retorno inferior ao que teria se a alocação fosse de 100% no Aplicafin.

Como nos demais casos analisados, a carteira simulada com Pesos equivalentes ao Portfólio atual do FN (6) não se revelou como uma carteira eficiente no período, pois conforme se observa nas colunas (7) e (8) da tabela, seria possível obter um maior retorno (9,601%) para o mesmo risco (1,197%) ou um menor risco (1,175%) para o mesmo retorno (8,867%).

5 CONCLUSÃO

O objetivo principal deste estudo foi verificar se a aplicação da Teoria do Portfólio de

Markowitz nos diferentes níveis da Taxa SELIC poderia contribuir para a otimização da relação risco x retorno da carteira do FN.

Para isto, foi realizada inicialmente uma pesquisa bibliográfica e documental visando um embasamento teórico mais aprofundado. Com isso, foi possível atender a um objetivo específico da pesquisa e verificar que não há restrições legais às aplicações do FN no mercado financeiro, há apenas limitações que são infralegais definidas por ordem interna da MB. Posteriormente, foi conduzido um estudo estatístico preliminar (análise de regressão) para identificar o eventual relacionamento entre as rentabilidades das aplicações do FN e a Taxa SELIC.

Através da equação linear estimada foi possível determinar um nível de Taxa SELIC em que a rentabilidade mensal do Aplicafin passou a ser, em média, inferior às demais (Poupex, BB Admiral e CEF Acanthus). Assim, foi possível evidenciar de que o nível da taxa de juros SELIC tem influência sobre a necessidade de alteração da estratégia de alocação do FN, segundo objetivo específico da pesquisa. A partir deste nível de referência foi adotada uma estratégia de otimização de portfólio específica para níveis superiores e para níveis inferiores ao mesmo. Isto resultou na divisão da análise em três subperíodos entre janeiro de 2013 a setembro de 2018.

Na sequência, foi realizada a otimização de portfólio proposto pela Teoria de Markowitz nos três subperíodos propostos e conduzida uma análise comparativa entre as diversas estratégias: máximo retorno, mínimo risco e maior índice de Sharpe. Estes resultados foram comparados com carteiras com condições definidas de forma a enriquecer a análise.

Os resultados obtidos apontaram no sentido de que seria possível nos três subperíodos otimizar a relação risco x retorno através da utilização da Teoria de Portfólio e obter

resultados superiores considerando que a composição da carteira atual do FN se manteve constante ao longo do tempo. Com esta análise comparativa, conclui-se que a Teoria do Portfólio contribui para melhorar a relação risco x retorno do portfólio atual do FN, terceiro objetivo específico da pesquisa. Uma limitação do estudo é que a análise foi conduzida levando em conta apenas o retorno e o risco dos ativos, não sendo considerado, por exemplo, risco do órgão gestor não cumprir suas obrigações (risco de crédito).

Cabe observar como outra limitação o fato de que o comportamento passado não garante resultado no futuro. Porém, pela consistência dos resultados, considera-se que o estudo contribuiu para uma maior compreensão do comportamento dos ativos e orientando a tomada de decisão. Assim, com base nas oportunidades de melhoria identificadas nos diferentes níveis de Taxa SELIC (custo de oportunidade do portfólio do FN), considera-se que o objetivo principal da pesquisa foi atingido. A definição das estratégias de diversificação do portfólio do FN que amparada nos diferentes níveis da Taxa SELIC pode resultar em maiores receitas orçamentária para a MB poder cumprir a sua missão institucional.

Com objetivo a aprofundar o conhecimento sobre o tema, sugere-se para trabalhos futuros a análise das variações diárias da remuneração do Aplicafin de forma a identificar e, se possível, quantificar as causas.

REFERÊNCIAS

ASSAF NETO, A.; LIMA, F. G. **Curso de administração financeira** : manual do mestre. São Paulo: Atlas, 2014. Disponível em: https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/54957646/Curso_Adm_Financ_Analise_DFs_Assaf_Manual_do_meste.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53U-L3A&Expires=1541030223&Signature=%2FjWA-9eKuWKcplgfzXONK80fTM3c%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DCURSO_DE_ADMINISTRACAO_FINANCEIRA_MANUAL.pdf Acesso em: 26 out. 2018.

- BANCO CENTRAL DO BRASIL (BACEN). **Taxa SELIC**: definição. Disponível em: https://www.bcb.gov.br/hmts/selic/conceito_taxaselic.asp?idpai=SELICTAXA. Acesso em: 01 out 2018.
- BANCO DO BRASIL (BB). **Guia de renda fixa**. Disponível em: <https://www.bb.com.br/docs/pub/voce/dwn/rendafixa5.pdf>. Acesso em: 01 out. 2018
- BENNINGA, S. **Financial modeling**. 3. ed. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology Press, 2008.
- BLOOMBERG PROFESSIONAL. **Base de dados**. Disponível em: <https://www.bloomberg.com/professional/>. Acesso em: 10 out. 2017. Base de dados disponibilizada na Diretoria de Finanças da Marinha (DFM), contratada para auxiliar na gestão dos recursos do Fundo Naval.
- BRASIL. Marinha do Brasil. Diretoria de Finanças da Marinha. **Memorando nº 1, 2009**: Diretrizes para operações do Fundo Naval. Brasília, 2009.
- BRASIL. Marinha do Brasil. Secretaria Geral da Marinha. **SGM-301**: normas sobre Administração Financeira e Contabilidade. 7. Rev. Brasília, 2014.
- BRASIL. Presidência da República. **Decreto nº 20.923, de 8 de janeiro de 1932**. Instituto Fundo Naval. Brasília, 1932. Diário Oficial da União, 01 jan. 1932. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-20923-8-janeiro-1932-499179-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 13 set. 2017.
- BRASIL. Presidência da República. **Decreto nº 46.429, de 14 de julho de 1959**. Brasília, 1959. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1950-1959/decreto-46429-14-julho-1959-385499-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: em 31 out. 2018.
- BRASIL. Presidência da República. **Medida Provisória nº 2.170-36, de 12 de agosto de 2001**. Dispõe sobre a administração dos recursos de caixa do Tesouro Nacional, consolida e atualiza a legislação pertinente ao assunto e dá outras providências. Brasília, 2001. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/mpv/2170-36.htm. Acesso em: 12 set. 2018.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- MARKOWITZ, H. M. **Portfolio selection**. The Journal of Finance, v.7, n. 1, p. 77-91, mar. 1952. Disponível em: http://www.stat.ucla.edu/~nchristo/statistics_c183_c283/sharpe__mutual_fund_performance.pdf. Acesso em: 26 out 2018.
- PRODONOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Nova Hamburgo: FEEVALE, 2013.
- SANTOS, A. P. B. F. dos. **Montagem de uma carteira ótima para o Fundo Naval com base na teoria de alocação de ativos de Markowitz**. 69 f. Dissertação (Mestrado em Economia Empresarial) - Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, Universidade Candido Mendes, Rio de Janeiro, 2015.
- SHARPE, W. Mutual Fund Performance. **The Journal of Business**, v. 39, n. 1, part. 2, p. 119-138, jan. 1966. Disponível em: http://www.stat.ucla.edu/~nchristo/statistics_c183_c283/sharpe__mutual_fund_performance.pdf. Acesso em: 28 out. 2018.
- STEVENSON, W. J. **Estatística aplicada a administração**. São Paulo: Harbra, 2001.