

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
FACULDADE DE ECONOMIA
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS

THAYS COSTA TEIXEIRA

**ALOCAÇÃO EM RENDA FIXA E A ESTRATÉGIA CPPI:
Uma análise sobre minimização de perdas**

NITERÓI

RJ 2022

THAYS COSTA TEIXEIRA

**ALOCAÇÃO EM RENDA FIXA E A ESTRATÉGIA CPPI:
Uma análise sobre minimização de perdas**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Ciências Econômicas da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador:
Prof. André Barbosa Oliveira

NITERÓI

RJ 2022

THAYS COSTA TEIXEIRA

**ALOCAÇÃO EM RENDA FIXA E A ESTRATÉGIA CPPI:
Uma análise sobre minimização de perdas**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Ciências Econômicas da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado e aprovado em ___/___/___.

BANCA EXAMINADORA

Prof. André Barbosa Oliveira – Orientador
Universidade Federal Fluminense

Prof. Luis Filipe Rossi – Membro interno
Universidade Federal Fluminense

Prof.^a Lílian Simone Aguiar da Silva – Membro interno
Universidade Federal Fluminense

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Paulo César Ferreira Teixeira e Guiomar Costa Teixeira, e à minha irmã, Letícia Costa Teixeira, por todo apoio desde a pré escola até chegar nesse momento. Sem eles nada disso seria possível, o fim da graduação não é apenas meu sonho, mas o sonho de toda uma família. Serei eternamente grata por todo suporte, acolhimento, dedicação e amor.

Aos meus avós por todo carinho e torcida. Essa vitória também é deles.

Agradeço ao meu orientador por toda dedicação nesta monografia. Sempre disposto a me ajudar desde o primeiro momento. Sua paixão por ensinar me motiva, sou grata por todos os ensinamentos transmitidos durante a graduação.

Agradeço à Universidade Federal Fluminense por realizar meu sonho. Sempre quis estudar na universidade que admiro desde criança. Ainda lembro da sensação quando vi meu nome na lista de aprovados. Fechar esse ciclo acadêmico na UFF é um privilégio.

Por fim, agradeço a Deus por todo suporte e força durante minha caminhada na vida. Sou muito abençoada por conhecer pessoas incríveis ao longo desses anos.

RESUMO

O presente trabalho estudou o desempenho do modelo *Constant Proportion Portfolio Insurance* (CPPI) na redução de perdas em carteiras de renda fixa. Tal estudo foi realizado através de simulações de alocações periódicas no portfólio analisado com dados dos anos de 2019 a 2022. Os ativos utilizados foram o IMAB11 e o CDI, representando, respectivamente, o ativo com risco e ativo sem risco. Em momentos de extrema incerteza do mercado, o modelo do CPPI reduz a posição do ativo arriscado e aumenta a participação do ativo livre de risco na carteira para minimizar a exposição do investidor. As movimentações do ativo com exposição são determinadas através do produto entre o multiplicador fixo, escolhido pelo investidor, e o excesso de riqueza acima do piso. Na testagem da técnica do CPPI, não foram comandadas operações negativas em ativos arriscados. Por esse motivo, todas as vezes que o valor da carteira ficar abaixo do piso, isto é, com o colchão negativo, o valor aplicado em ativos com risco foi zero. O CPPI alcançou níveis maiores de rentabilidade em 2020 e 2021, mas no acumulado geral do período de amostragem, a carteira com exposição apresentou resultados mais satisfatórios no quesito rendimento. Já em relação ao risco, a estratégia dinâmica de Seguro de Portfólio de Proporções Constantes reduziu significativamente as perdas do investidor, validando a eficiência da técnica.

Palavras-chave: Redução de Perdas; Estratégia Dinâmica; Renda Fixa.

ABSTRACT

The present work studied the performance of the Constant Proportion Portfolio Insurance (CPPI) model in reducing losses in bills portfolios. This study was elaborated through simulations of periodic allocations in the portfolio analyzed with data from the years 2019 to 2022. The assets used were the IMAB11 and the CDI, representing, respectively, the asset with risk and the asset without risk. In moments of extreme market instability, the CPPI model reduces the position of risky assets and increases the share of risk-free assets in the portfolio to minimize investor hazard. The movements of the asset with exposure are determined through the product between the fixed multiplier, chosen by the investor, and the excess wealth above the floor. When testing the CPPI technique, no negative operations were ordered in risky assets. For this reason, every time the portfolio value is below the floor, in other words, the negative cushion, the amount invested in risky assets is zero. The CPPI achieved higher levels of yield in 2020 and 2021, but in the overall accumulated result for the entry period, the portfolio with exposure showed more advanced results in terms of yield. In relation to risk, the dynamic strategy of Portfolio Insurance of Constant Proportions significantly included investor losses, validating the efficiency of the technique.

Keywords: Loss Reduction; Dynamic Strategy; Bills.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Diagrama 1 - Fluxo de Caixa do Título Pré-fixado	13
Diagrama 2 - Fluxo de Caixa do Título Pós-fixado.....	13
Diagrama 3 - Fluxo de Caixa.....	14
Diagrama 4 - Fluxo de Caixa com Pagamentos de Cupons.....	18
Diagrama 5 - Fluxo de Caixa Zero Cupom.....	18
Diagrama 6 - Fluxo de Caixa NTN-F.....	19
Gráfico 1 - Evolução das Cotações do CDI.....	38
Gráfico 2 - Evolução do IMAB11.....	41
Gráfico 3 - Evolução da Carteira de Investimentos Durante o Período de Amostragem...	44
Gráfico 4 - Proporção da Carteira Entre o IMAB11 e o CDI.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Alíquotas do IOF.....	25
Tabela 2 - Alíquotas do IR.....	26
Tabela 3 - Variação do CDI por mês.....	39
Tabela 4 - Simulação Modelo CPPI.....	45
Tabela 5 - Estatísticas Comparativas de Desempenho: IMAB11 e CPPI.....	48

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
1 INVESTIMENTOS EM RENDA FIXA	12
1.1 CARACTERÍSTICAS DOS TÍTULOS DE RENDA FIXA	12
1.2 PRINCIPAIS ATIVOS DE RENDA FIXA	15
1.2.1 TÍTULOS PÚBLICOS FEDERAIS	15
1.2.2 TÍTULOS PRIVADOS	20
1.3 TRIBUTAÇÃO EM RENDA FIXA	25
2 RISCOS EM TÍTULOS DE RENDA FIXA E ESTRATÉGIA DE MINIMIZAÇÃO DE PERDAS	27
2.1 RISCOS EM TÍTULOS DE RENDA FIXA	28
2.2 DURAÇÃO DE UM TÍTULO DE RENDA FIXA	30
2.3 SEGURO DE PORTFÓLIO DE PROPORÇÕES CONSTANTES (CPPI)	32
3 METODOLOGIA	37
4 RESULTADOS	44
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

INTRODUÇÃO

Investir é aplicar o recurso poupado para produzir rendimentos no futuro. O valor final do resgate depende, principalmente, do tempo pelo qual os recursos permanecerão sob o efeito da rentabilidade, além do tipo de ativo escolhido pelo investidor, uma vez que existem diferentes perfis de risco. Nesse sentido, torna-se necessário buscar o equilíbrio entre risco, retorno e liquidez, ou seja, a decisão de como alocar os investimentos e criar o portfólio mais adequado ao investidor deve ser baseada na análise sobre o perfil, os objetivos, os horizontes de tempo e as características dos ativos (BERGER, 2015).

No geral, os investimentos são divididos em dois grupos: Renda Variável e Renda Fixa. A Renda Variável possui sua rentabilidade atrelada tanto a fatores externos, como política e cenários econômicos, quanto à performance dos ativos diante do mercado, como análise de desempenho de empresas listadas na bolsa de valores. Não é possível prever o retorno dos ativos de renda variável devido às oscilações diárias do mercado, porém, no geral, tal grupo performa melhor no longo prazo em comparação com os produtos financeiros de renda fixa (BODIE, KANE, MARCUS, 2016). Ou seja, quem está disposto a correr mais risco, encontra maiores retornos.

Já a Renda Fixa é um instrumento financeiro cuja característica principal é o conhecimento do valor do resgate no início do prazo da aplicação (BERGER, 2015). Nesse caso, os investidores mais conservadores optam por direcionar a maior parte da carteira de investimentos para os ativos de menor risco. Como a possibilidade de perda desmotiva até mesmo os agentes mais agressivos, isto é, aqueles que aceitam correr mais riscos em busca de maiores rentabilidades, é válido que uma parte do portfólio deste grupo esteja direcionada para produtos financeiros de renda fixa. Tal fato, visa o acúmulo de reserva de emergência e a preservação do patrimônio dos investidores em momentos de adversidade do mercado de capitais.

A Teoria Clássica defende a ideia do *homo economicus*, no qual o indivíduo seria racional e tomaria decisões para promover o mercado de forma eficiente. Todavia, com o surgimento dos estudos sobre Finanças Comportamentais, entende-se que nas situações reais os investidores são afetados por atalhos mentais, os chamados vieses, que simplificam suas decisões financeiras, nem sempre de forma racional (THALER, 2017). Por exemplo, pela

heurística da representatividade, o investidor tende a alocar seus recursos em ativos que em algum momento do passado destacaram-se positivamente e resgatar os ativos que não alcançaram os resultados esperados. Tal fato reduz o cansaço da reflexão e o estudo do mercado pelo investidor no tempo atual. Diante disso, por conta de escolhas equivocadas, o resultado final da carteira de investimentos é afetado e a performance esperada não é conquistada. Logo, é de suma importância o estudo sobre minimização de perdas de um portfólio.

O modelo Seguro de Portfólio de Proporções Constantes, conhecido no inglês por *Constant Proportion Portfolio Insurance (CPPI)*, busca beneficiar os investidores ao permitir ganhos em mercados que estão em crescimento e, no mesmo momento, limitar perdas em mercados que estão em queda. Tal modelo balanceia a alocação do patrimônio investido em ativos com risco e ativos sem risco, de modo a alcançar a rentabilidade acima de um piso preestabelecido, incluindo na análise um multiplicador fixo estabelecido pelo investidor. A técnica de minimização de perdas tende a diminuir os resgates excessivos motivados pela queda da rentabilidade dos ativos.

Neste presente trabalho, a técnica do *CPPI* será utilizada apenas em instrumentos de renda fixa. Nesse sentido, será considerado um ativo pós-fixado, uma vez que o título utilizado no estudo terá prazo de vencimento maior e acompanhará um indexador variável. Em seguida, um ativo pré-fixado, com mais segurança e rentabilidade fixa.

O objetivo geral desta pesquisa é verificar o desempenho da estratégia de *Constant Proportion Portfolio Insurance (CPPI)* em investimentos de renda fixa. Já os objetivos específicos são verificar se a utilização do modelo de Seguro de Carteira propicia melhores resultados em portfólios de renda fixa, comparar os efeitos da estratégia de CPPI nos indicadores de risco e de retorno e apresentar os benefícios e as limitações da estratégia de CPPI em investimentos de renda fixa.

Esta monografia será dividida da seguinte forma: O capítulo 1 apresenta definições e os diferentes tipos de ativos em renda fixa. No capítulo 2 será exposta a técnica de Seguro de Carteira, a CPPI. A metodologia e os dados são discutidos no capítulo 3. Os resultados da aplicação empírica para o mercado brasileiro são apresentados no capítulo 4. Por fim, no capítulo 5 estão presentes as considerações finais desta monografia.

1 INVESTIMENTOS EM RENDA FIXA

Ao entrar no mercado financeiro, o investidor brasileiro encontra diferentes tipos de investimentos disponíveis para alocação. Nesse sentido, cada ativo apresenta suas particularidades e se diferenciam pelo grau de retorno, liquidez e risco, principalmente. Tais possibilidades de aumentar o patrimônio do investidor podem ser ofertadas tanto por instituições públicas, como o governo federal, ou por instituições privadas, como os bancos privados. Dentre as diversas formas de investimentos, o grupo da renda fixa obtém forte destaque por apresentar, no geral, uma maior segurança para os investidores.

O mercado financeiro é formado por 3 tipos de participantes. O emissor é o agente que promete pagamentos futuros e vende essa ideia aos investidores. Já os investidores, compram hoje para receber esse fluxo futuro de pagamento. Por fim, os intermediários são agentes que intermediam as negociações entre os demais participantes. Tal mercado é dividido em mercado primário, ou seja, a emissão original do ativo e a primeira negociação entre emissores e investidores. Após emitidos e vendidos, as negociações subsequentes do ativo financeiro entre os investidores ocorrem no mercado secundário (SANTOS E SILVA, 2015).

1.1 CARACTERÍSTICAS DOS TÍTULOS DE RENDA FIXA

Ao aplicar em ativos de renda fixa, o investidor já tem ciência, antes da alocação, sobre o prazo de retorno, a taxa de rentabilidade e o índice utilizado para valorização do investimento. Ativos de renda fixa envolvem uma programação determinada de pagamentos, conhecendo-se, antecipadamente, os fluxos monetários que irão obter (PINHEIRO, 2014). O grupo de renda fixa pode ser separado através do conhecimento dos valores de resgate, ou seja, ativos pré-fixados ou ativos pós-fixados.

a) Ativos pré-fixados

Os chamados pré-fixados são aqueles que os valores dos recebimentos periódicos e/ou no vencimento são conhecidos em moeda. Além disso, a taxa de juros também já é definida. Desse modo, os fluxos de caixa desses ativos são precificados em preço (PU).

Diagrama 1 - Fluxo de Caixa do Título Pré-fixado

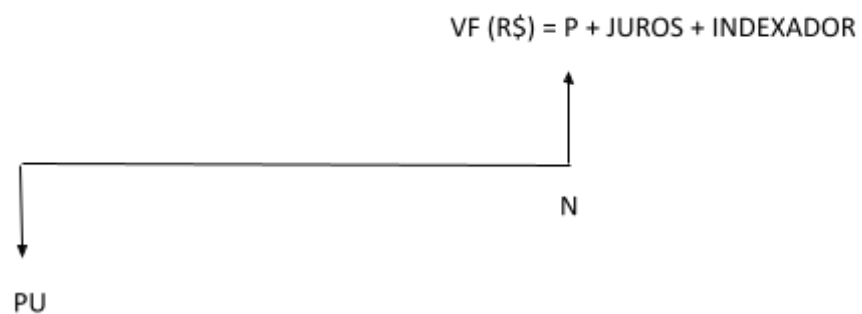


Fonte: Elaboração Própria (2022).

b) Ativos pós-fixados

Já os ativos pós-fixados são aqueles que os valores dos recebimentos não são conhecidos em moeda, mas sim em termos de percentual do valor indexado. Nesse caso, os fluxos de caixa são montados através de cotações, isto é, a remuneração é feita por meio de um indexador. Logo, o investidor conhece as condições de rentabilidade, mas o valor de resgate só será definido no final do prazo.

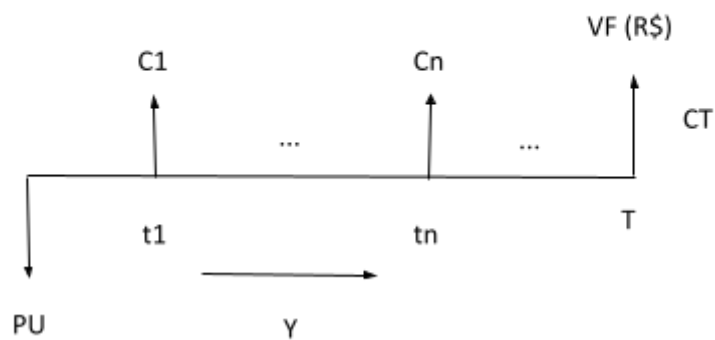
Diagrama 2 - Fluxo de Caixa do Título Pós-fixado



Fonte: Elaboração Própria (2022).

Define-se como fluxo de caixa o conjunto de entradas e saídas de recursos ao longo da maturidade de um instrumento financeiro (BERGER, 2015). Nesse caso, em renda fixa, as promessas de pagamentos, pelos emissores, diante das captações da emissão primária são representadas no fluxo de caixa. Isto é, o conjunto de saídas até à maturidade dos ativos.

Diagrama 3 - Fluxo de Caixa



Fonte: Elaboração Própria (2022).

O preço de um ativo de renda fixa é dado por:

$$PU = \sum_{t=1}^T \frac{Ct}{(1+y)^t} + \frac{VF}{(1+y)^T} \quad (1)$$

Onde:

PU= valor presente dos fluxos de caixa futuros

Ct= pagamento do principal ou de cupom, ou dos dois, no período t

t= quantidade de períodos

VF= Valor do resgate do título

T= quantidade de períodos até o último vencimento

y= taxa de retorno do título até o vencimento (*yield to maturity*)

O conjunto de todas as taxas de desconto utilizadas para calcular o valor presente dos fluxos de caixa é chamado de Estrutura de Taxas de Juros (ETJ), para um dado nível de risco de crédito (SANTOS e SILVA, 2015).

1.2 PRINCIPAIS ATIVOS DE RENDA FIXA

Os ativos de renda fixa dividem-se, principalmente, em 2 grandes grupos: Títulos Públicos Federais e Títulos Privados.

1.2.1 TÍTULOS PÚBLICOS FEDERAIS

Os títulos públicos federais são títulos de renda fixa emitidos pelo governo federal com o objetivo de financiar a dívida pública ou ainda expandir o crédito para atividades em áreas diversas, tais como saúde e educação. Esse grupo de ativo pode ser adquirido por pessoas físicas através do tesouro direto e em leilões por instituições financeiras. Além disso, apresenta baixo risco de crédito e sua administração é feita pela Secretaria do Tesouro Nacional (STN), vinculada ao Ministério da Economia.

Existem, basicamente, dois tipos de títulos: pós-fixados e pré-fixados. Em primeiro lugar, têm-se as letras do tesouro, títulos públicos federais que não pagam cupom de juros para o investidor. Em seguida, serão apresentadas as notas do tesouro, títulos que pagam cupom de juros.

Diante disso, os títulos públicos federais são:

a) Letra do Tesouro Nacional (LTN)

Título pré-fixado, ou seja, a taxa que remunera o título é conhecida pelo investidor no momento da compra. A LTN é negociada com deságio sobre seu valor de face. Assim, como o valor de face é sempre R\$1.000,00, o título é negociado com um desconto, uma vez que o investidor irá receber no vencimento os R\$1.000,00 por esse título, logo irá pagar menos no momento da compra.

Para saber o retorno no período de aplicação, basta dividir o valor futuro pelo valor presente:

$$Retorno = \left(\frac{ValorFuturo}{ValorPresente} \right) - 1 \quad (2)$$

Como o valor futuro sempre será R\$1.000,00, a fórmula pode ser escrita da seguinte forma:

$$Retorno = \left(\frac{1000}{ValorPresente} \right) - 1 \quad (2.1)$$

Assim, o preço do título (PU) é inversamente proporcional à taxa de juros.

$$PU = \frac{1000}{(1+i)^{\frac{du(t,T)}{252}}} \quad (3)$$

Onde, i é taxa de juros pré-fixada expressa na convenção ao ano over.

b) Letra Financeira do Tesouro (LFT)

Título pós-fixado com a taxa média ajustada dos financiamentos diários apurados no Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (Selic Over) como indexador, isto é, o investidor vai ganhar como remuneração a variação da Taxa Selic ao longo do período, divulgada pelo Banco Central do Brasil. O preço da LFT varia de acordo com a valorização do título e sua negociação é feita com base no valor de mercado.

De acordo com a oferta e demanda sobre a LFT, o título poderá ser negociado com ágio ou deságio e, conseqüentemente, apresentar uma rentabilidade diferente da Selic.

Assim:

$$VF = R\$1.000 \cdot \Delta SELIC \quad (4)$$

O preço de um título é composto por uma parte relacionada com a taxa de juros ao qual o fluxo de recebimentos futuros será descontado e outra relativa à correção pelo indexador.

Logo, o preço unitário da LFT é:

$$PU = VNA \cdot \left(\frac{COTAÇÃO\%}{100} \right) \quad (5)$$

Onde:

VNA= Valor que corrige o fluxo pelo indexador ao qual o papel é atrelado.

COTAÇÃO = Valor presente do fluxo do título, descontado pela taxa de juros informada ou pelo ágio/deságio.

Ou seja,

$$COTAÇÃO = \frac{100}{(1+taxa)^{\left(\frac{dt}{252}\right)}} \quad (6)$$

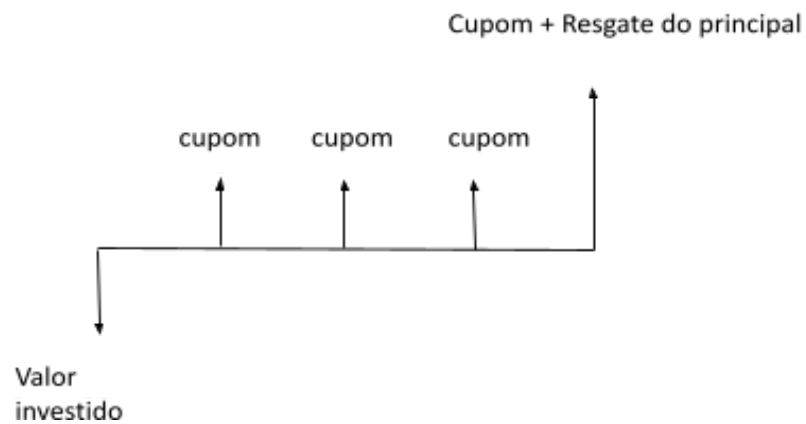
c) Nota do Tesouro Nacional Série B (NTN-B)

A NTN-B é um título público federal que apresenta como indexador o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), divulgado pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Assim, o título remunera a variação do IPCA mais a taxa de ágio ou deságio.

A NTN-B também apresenta valor de face de R\$1.000,00, corrigida diariamente pela variação do IPCA. A Nota do Tesouro Nacional Série B pode ser um título zero cupom ou um título com cupom, apresenta pagamentos de juros periódicos.

Fluxo de Caixa de um título com pagamentos de cupons:

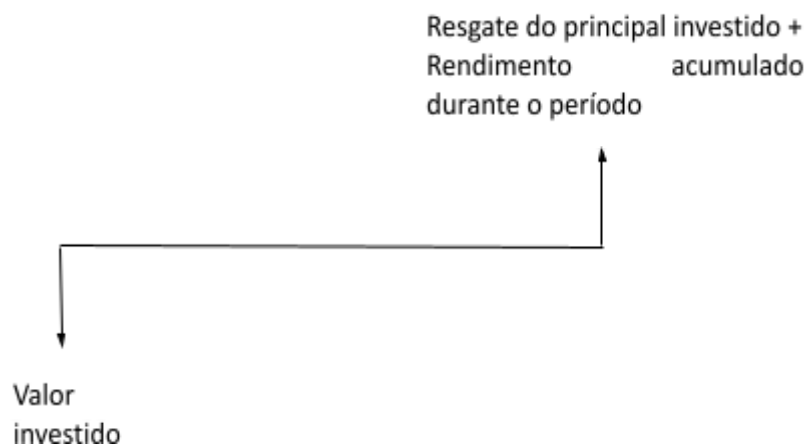
Diagrama 4 - Fluxo de Caixa com Pagamentos de Cupons



Fonte: Elaboração Própria (2022).

O cupom é o pagamento periódico do rendimento do título. Um título zero cupom apresenta o fluxo de caixa como a imagem abaixo:

Diagrama 5 - Fluxo de Caixa Zero Cupom



Fonte: Elaboração Própria (2022).

Desse modo, temos que:

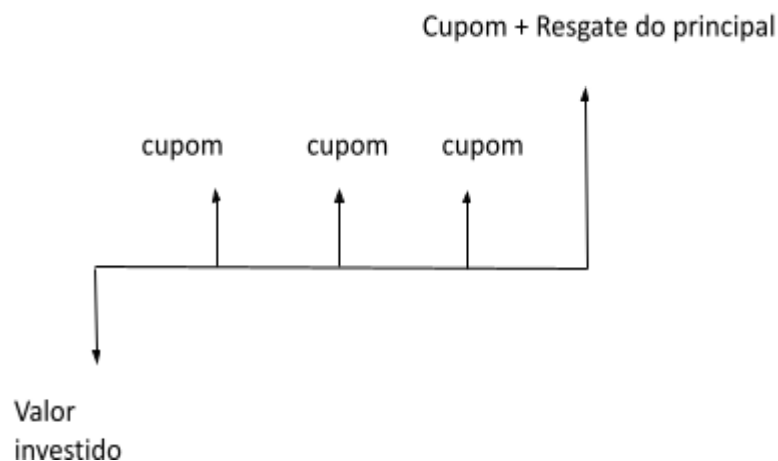
- NTN-B Principal: Título zero cupom, isto é, o rendimento é pago junto com o resgate do principal;
- NTN-B: O investidor recebe cupom, rendimento, a cada 6 meses;

d) Nota do Tesouro Nacional Série F (NTN-F)

A NTN-F é um título pré-fixado, com pagamentos de cupons semestrais. Esse investimento possui rendimento atrelado a uma taxa de juros pré-fixada, ou seja, o preço do título pode sofrer oscilações diante do mercado. Nesse caso, em caso de expectativa de alta de juros, o valor da NTN-F tende a cair e os juros oferecidos de forma pré-fixada podem subir. Em momentos de expectativas de queda de juros futuros, o contrário é válido, o preço do título tende a subir e os juros a cair.

O fluxo de caixa possui pagamento de cupom, semelhante ao NTN-B, porém sem a presença do indexador:

Diagrama 6 - Fluxo de Caixa NTN-F



Fonte: Elaboração Própria (2022).

Por fim, todos os títulos públicos apresentados apresentam as seguintes características:

- Não possuem cobertura do Fundo Garantidor de Crédito (FGC);
- São considerados os títulos mais seguros do mercado, já que o emissor é o Governo Federal;
- Negociados no Open Market e Mercado de Balcão;
- Tributados conforme a tabela regressiva do Imposto de Renda;

1.2.2 TÍTULOS PRIVADOS

Diferente dos títulos públicos, os títulos privados de renda fixa são investimentos emitidos por instituições privadas, como bancos e empresas. O objetivo para as companhias desse fornecimento de ativos é captar recursos para o financiamento de suas atividades. Tais títulos também possuem 2 tipos de rentabilidade, podem ser pré-fixados ou pós-fixados. Ativos pré-fixados têm a taxa de rentabilidade já conhecida no momento da aplicação, todavia a rentabilidade só é atingida se o recurso ficar aplicado até o vencimento do ativo. Já os títulos classificados como pós-fixados, a rentabilidade da aplicação é determinada com base em uma taxa de referência, como o CDI e a SELIC.

A aplicação em títulos de renda fixa possui algumas vantagens. Nesse sentido, esse tipo de investimento é acessível, uma vez que é possível começar com valores baixos. Além disso, apresenta baixos custos, em sua maioria, pois o investidor consegue encontrar alguns títulos sem a incidência de imposto de renda no momento do resgate ou somente com essa cobrança, caso o recurso fique aplicado por mais de 30 dias.

O investimento em títulos privados de renda fixa é considerado seguro, já que não proporciona riscos elevados ao investidor. Outro fato importante é que a maioria dos ativos privados de renda fixa, como CDB, LC, LCI, LCA e LH, possuem a cobertura do Fundo Garantidor de Crédito (FGC), ou seja, uma instituição privada sem fins lucrativos com objetivo de proteger o investidor em casos de uma crise bancária sistêmica (PERLIN, 2018).

O FGC garante que os clientes das instituições recuperem seu patrimônio investido, limitado a um valor de R\$250.000,00 por CPF ou CNPJ, caso o emissor do título entre em

falência. Assim, investir em ativos privados de renda fixa é indicado para todos os perfis de risco. Tal grupo de ativos pode assumir dentro do portfólio de investimento a posição de reserva de emergência, ou seja, ser uma garantia de rentabilidade até mesmo para os investidores mais agressivos.

Os principais títulos privados de renda fixa são:

a) Certificado de Depósito Bancário (CDB)

O CDB é o produto financeiro de renda fixa mais conhecido pelos investidores brasileiros. Tal ativo surge como a principal substituição, frente a caderneta de poupança, para obtenção de maiores rentabilidades e diversificação dos portfólios. Esses títulos podem ser emitidos por bancos comerciais, bancos de investimento e bancos múltiplos que utilizam o recurso acumulado através dos aportes dos clientes no CDB para custear operações e financiar empréstimos (BERGER, 2015). Tais instituições podem escolher o valor mínimo de aplicação, a data de vencimento e a rentabilidade. Em recompensa por aportar nesse produto de renda fixa, o investidor recebe uma remuneração futura que, no geral, segue 100% do DI, índice que acompanha a taxa básica de juros.

O CDB pode ser classificado, assim como os títulos públicos, em duas categorias: pré-fixados ou pós-fixados. No CDB pré-fixado, o investidor consegue saber a remuneração em reais que irá obter até o vencimento do título, uma vez que a taxa de juros é determinada antes da aplicação. Já no CDB pós-fixado, o investidor tem ciência do índice que será referência para a remuneração do título no momento da aplicação, porém não é possível determinar o valor em reais do retorno na data de vencimento.

Existem alguns CDBs que contam com a liquidez diária após um prazo mínimo de aplicação ou até papéis que só podem ser resgatados no vencimento, entretanto com liquidez diária apresentam menores rentabilidades comparados com os CDBs tradicionais. Existe também a possibilidade de negociar o CDB no mercado secundário, vendendo o ativo direto para outro investidor, com a intervenção da corretora. Sobre os custos, o no momento do resgate pode ser descontado o IOF, caso o recurso seja retirado em menos de 30 dias de aplicação, e o IR sobre a rentabilidade adquirida no período, seguindo a tabela regressiva.

Em relação às vantagens, o CDB é considerado um investimento seguro, uma vez que conta com a cobertura do Fundo Garantidor de Crédito (FGC) e segue como uma alternativa mais rentável e sofisticada em comparação com a poupança.

b) Debêntures

As debêntures são títulos privados de renda fixa emitidos por empresas de sociedade anônima (S.A.) para captação de recursos de médio e longo prazo (BERGER, 2015). Assim, tais empresas não financeiras utilizam esse recurso para o financiamento de suas atividades e expansão dos seus negócios. Diferentemente de investir em ações, ao alocar seu recurso em debêntures, o investidor já sabe o prazo que seu dinheiro deve ficar aplicado nesse ativo, uma vez que o vencimento é definido no momento da emissão. Além disso, o debenturista, quem adquire uma debênture, também já possui conhecimento sobre o retorno que terá durante o período de investimento.

As debêntures são papéis de dívida e ações são frações do capital de uma empresa. As empresas não financeiras optam por emitir esse papel pois apresenta um menor custo em comparação com as formas tradicionais de financiamento bancário, já que as condições são definidas pela própria companhia e não ocorre a venda do capital, fato interessante para os acionistas já existentes no negócio. Segundo a ANBIMA (2021), existem alguns tipos de debêntures, são eles: simples, conversível, permutável, comum e incentivada.

Em primeiro lugar, as debêntures simples, as mais utilizadas no mercado, são títulos de renda fixa que as empresas emissoras buscam captar recursos no mercado e os investidores esperam rentabilizar tal investimento até a data de vencimento, recebendo o principal mais juros, conforme estabelecido na oferta do papel. Nesse caso, não existe nenhum tipo de elemento de renda variável nesse ativo.

Já nas debêntures conversíveis, o investidor tem a opção de converter o ativo em ações da empresa emissora, a um preço pré-estabelecido, em um determinado período. Ao invés de só pagar em dinheiro para os debenturistas acrescidos a juros, a empresa também faz o pagamento por meio de uma participação acionária. Para isso, na escritura de emissão da debênture deve conter a razão de conversão, isto é, o número de ações que cada debênture pode ser convertida. Esse tipo de debênture possui menor risco, pois se a empresa não obter

caixa para honrar suas dívidas, o investidor torna-se acionista evitando um prejuízo maior. Assim, as debêntures conversíveis possuem um elemento de renda variável. Seguindo essa lógica, as debêntures permutáveis permitem a troca do ativo por ações de outras empresas, não só da empresa emissora.

Por fim, têm-se as debêntures incentivadas. As empresas que captam recursos através de debêntures para financiar obras de infraestrutura, por exemplo, favorecem a vida e o dia a dia de inúmeros brasileiros. Para estimular esse tipo de investimento no país, o governo federal optou por isentar de imposto as pessoas físicas que alocam seus recursos em debêntures incentivadas e estipular o imposto de renda para pessoa jurídica em 15%. Diante disso, empresas que são das áreas de logística e transporte, mobilidade urbana, energia, telecomunicações, radiodifusão, saneamento básico ou irrigação podem solicitar ao ministério, que são associados, a autorização para emitir debêntures incentivadas. São chamadas de comuns, as debêntures que não são incentivadas e possuem cobrança de Imposto de Renda.

Através da escritura de emissão é possível consultar os direitos e os deveres dos debenturistas e da empresa emissora. Dentre as informações disponíveis têm-se as formas de remuneração das debêntures. São elas: Pré-fixadas, taxa de juros definida desde o momento da aplicação. Pós-fixadas, a remuneração seguirá uma referência, como a SELIC ou CDI, que sofrerá alterações ao longo do período. Sobre o custo de investir em debêntures, varia se alguns bancos e corretoras irão cobrar comissões, como taxa de corretagem. Na prática, o principal custo é o imposto de renda que segue a tabela regressiva. Todavia, vale lembrar que as debêntures incentivadas não possuem incidência de imposto de renda para pessoa física.

As debêntures representam mais uma possibilidade de investimento em renda fixa. Uma das vantagens é que o retorno costuma ser maior, já que é adicionado o risco de crédito das empresas. Ademais, é possível alocar em debêntures com o intuito de diversificar a carteira, pois empresas de diferentes segmentos e tamanhos emitem tal papel, o que permite ao investidor inúmeras oportunidades. Todavia, a desvantagem pode ser apontada na liquidez. Se o papel tiver um prazo de vencimento muito longo, o investidor não conseguirá efetuar o resgate. Porém, o debenturista pode negociar as debêntures no mercado secundário, ou seja, terá que localizar um investidor para comprar seus papéis.

Sobre os riscos, as debêntures não contam com a garantia do Fundo Garantidor de Crédito (FGC), mas o ativo oferece outros tipos de garantias que podem ser acionados em caso de problemas nos pagamentos das empresas emissoras. Nesse sentido, na garantia real em caso de falência da empresa são utilizados para os pagamentos, bens que fazem parte do ativo da empresa ou de terceiros sob a forma de hipoteca. Na garantia flutuante, os bens, utilizados para honrar a dívida, podem ser alterados ao longo do processo sem prévia autorização dos debenturistas. Já na garantia quirografária ou sem preferência, não ocorre nenhum tipo de privilégio sobre os bens para os pagamentos das dívidas em caso de falência da empresa, ou seja, os debenturistas concorrem para receber o recurso com todos os outros credores. Por fim, na garantia subordinada, o debenturista só receberá após o pagamento de todos os outros credores e se sobrar algum recurso da empresa emissora.

c) Nota Promissória

Nota Promissória é um título de renda fixa emitido por empresas não financeiras com o objetivo de capital de giro. Diante disso, uma NP é uma promessa de pagamento entre duas pessoas, físicas ou jurídicas, no qual o seu emissor assume a obrigação direta de pagar o valor correspondente do título ao credor. Ademais, quando preenchida de forma correta, a nota promissória tem valor judicial. Para emitir esse título basta comprar um bloco de notas em uma papelaria ou imprimir modelos disponíveis em canais digitais, ter registro na Comissão de Valores Mobiliários (CVM) e escolher uma instituição financeira para coordenar o processo (NUNES, 2021). Diferentemente de uma debênture, esse papel tem finalidade exclusiva de financiar projetos de curto prazo. Nesse sentido, a nota promissória tem o prazo máximo de emissão de 360 dias, uma vez emitida por uma empresa S.A. de capital aberto e 180 dias para capital fechado.

A remuneração de uma nota promissória pode ser pré-fixada ou pós-fixada, assim como os outros ativos de renda fixa. Para a empresa, gerar esse tipo de ativo é mais vantajoso, já que ocorre a redução de custos comparados a um empréstimo bancário tradicional, por exemplo. Além disso, é mais uma forma de diversificar a carteira do investidor em renda fixa. Entretanto, esse tipo de investimento não conta com a cobertura do Fundo Garantidor de Crédito (FGC) e não há garantias ao investidor que o recurso será pago no momento do vencimento. Logo, é sugerido ao investidor adquirir notas promissórias de empresas conhecidas no mercado por honrar suas dívidas, visando a diminuição do risco de crédito.

Vale lembrar que em caso de falência, as notas promissórias são consideradas como quirografárias, ou seja, sem preferência para recebimento do valor e os investidores não são privilegiados em relação aos outros credores.

Em relação a tributação, por ser um investimento de renda fixa, segue a tabela regressiva do Imposto de Renda. Todavia, sua menor alíquota será de 20%, devido ao prazo máximo de emissão de 360 dias.

1.3 TRIBUTAÇÃO EM RENDA FIXA

a) Imposto sobre Operação Financeira (IOF)

O IOF é uma forma de arrecadação do governo cobrada em diversas frentes de crédito, como compras no exterior com cartão de crédito, além de operações com seguros e câmbio. O Imposto sobre Operação Financeira também incide em alguns investimentos em renda fixa. Todavia, o imposto só será cobrado em caso de resgate antes do prazo de 30 dias de aplicação sobre o valor do rendimento.

As alíquotas do IOF são regressivas, ou seja, quanto mais tempo o recurso ficar aplicado menos imposto o investidor irá pagar. Elas variam de 96% para aplicações em apenas 1 dia, a 3% para aplicações em 29 dias. No 30º dia não ocorre mais a cobrança do IOF, conforme tabela abaixo:

Tabela 1 - Alíquotas do IOF

Dias aplicados	IOF (%)	Dias aplicados	IOF (%)
1	96	16	46
2	93	17	43
3	90	18	40
4	86	19	36
5	83	20	33
6	80	21	30
7	76	22	26
8	73	23	23
9	70	24	20
10	66	25	16
11	63	26	13
12	60	27	10
13	56	28	6
14	53	29	3
15	50	30	0

Fonte: Receita Federal. Elaboração própria.

Em caso de cobrança, o IOF é descontado antes do Imposto de Renda (IR)

b) Imposto de Renda (IR)

O imposto de renda em investimento de renda fixa segue um sistema de alíquotas regressivas de acordo com o prazo da aplicação. Não é responsabilidade do investidor pagar o IR, uma vez que o valor é descontado direto na fonte sobre o valor do rendimento no momento do resgate, conforme tabela a seguir:

Tabela 2 - Alíquotas do IR

Dias aplicados	IR (%)
1-180 dias	22,5
181-360 dias	20
361-720 dias	17,5
mais de 721 dias	15

Fonte: Receita Federal. Elaboração própria.

Assim como o IOF, o IR diminui com o passar dos dias. Desse modo, após 2 anos de aplicação a alíquota chega no seu menor patamar, representado por 15%, tornando os investimentos de longo prazo proporcionalmente mais lucrativos.

2 RISCOS EM TÍTULOS DE RENDA FIXA E ESTRATÉGIA DE MINIMIZAÇÃO DE PERDAS

Investir é uma das formas que o agente econômico encontra para aumentar sua riqueza. Diante disso, é de extrema importância o conhecimento sobre o perfil de cada investidor, ou seja, o quanto o indivíduo está disposto a correr riscos em prol de uma rentabilidade maior. A partir da determinação do perfil do investidor, deve-se promover a adequação dos ativos na carteira de investimentos para alcançar os objetivos pré-estabelecidos. Dada a aversão ao risco de um grupo de investidores, surgem na literatura financeira estudos e estratégias sobre como limitar as perdas dos investidores em diferentes cenários.

Um agente racional busca conquistar através da sua carteira a rentabilidade mais próxima da esperada para um determinado nível de risco ou o menor risco possível para uma determinada rentabilidade esperada. Os investidores que não estão dispostos a enfrentar os riscos do mercado financeiro encontram soluções de controle de risco, neste capítulo vamos estudar a técnica de Seguro de Carteira. Tal técnica de Seguro de Carteira permite aos investidores limitar o risco de perda em mercados em decréscimo sem comprometer os benefícios obtidos de potenciais mercados em crescimento, através de uma combinação dinâmica de ativos, escolhidos pelo investidor, e que são frequentemente ajustados de modo a responder às alterações do mercado (GASPAR,2019).

Para efetuar os ajustes na carteira mediante o cenário do mercado, o investidor reduz a quantidade de ativos que estão expostos e performando mal e, conseqüentemente, aumenta a posição de ativos que estão obtendo melhor desempenho neste mesmo panorama financeiro. Tais mudanças são feitas de modo dinâmico para o investidor aproveitar da melhor forma possível o momento do mercado. Cada investidor, de acordo com o seu perfil, deve montar suas estratégias para definir quando efetuar o balanceamento da carteira e a quantidade de vezes que será feita para chegar no objetivo final ao longo do período de investimento.

Diante do exposto, este capítulo trabalho irá abordar com mais detalhes a estratégia de Seguro de Portfólio de Proporções Constantes, do inglês *Constant Proportion Portfolio Insurance* (CPPI), na composição das carteiras de investimentos com títulos de renda fixa.

2.1 RISCOS EM TÍTULOS DE RENDA FIXA

Risco é a chance de não se atingir as metas de investimento em razão da incerteza do retorno no tempo. Em outras palavras, o risco decorre da volatilidade esperada dos retornos dos ativos no tempo (REILLY E NORTON, 2008). Como já exposto neste presente trabalho, os riscos limitam as decisões dos investidores, mesmo aqueles mais arrojados. Ademais, quanto maior o tempo de vencimento do título, maior a exposição aos riscos. Nesse caso, uma *duration* maior faz com que o risco do investimento aumente, uma vez que, é preciso esperar um prazo mais longo para receber os primeiros pagamentos, de acordo com o fluxo acordado no título. Logo, o risco é maior porque há uma capacidade menor de prever as condições futuras do mercado.

Para se proteger do desconhecido, muitos investidores escolhem aportar em ativos pré-fixados. Isto é, os agentes sabem exatamente o quanto vão receber no vencimento do papel, todavia, esses retornos são em termos nominais. Portanto, a desvantagem dessa escolha é justamente não conseguir acompanhar o crescimento do mercado em momentos oportunos e incorrer no desconhecido diante dos juros reais. Nesse cenário, o retorno pode ser menor do que a inflação do período, acarretando perdas para o investidor.

Diante do tema, neste tópico serão abordados os principais tipos de riscos em ativos de renda fixa.

a) Risco de Crédito

Risco de crédito é a possibilidade de o investidor sofrer perdas, caso a contraparte de uma operação não honre seus pagamentos pré estabelecidos, isto é, risco de calote. Ao adquirir um título de renda fixa, o investidor empresta dinheiro para o emissor do ativo em troca de remunerações futuras. É possível que ocorra inadimplência por parte do emissor no momento do pagamento, seja por problemas financeiros ou até falência. Para se prevenir do risco de crédito é necessário avaliar o *rating* do emissor através das informações das agências de classificação de risco. Quanto maior o *rating*, maior a possibilidade de a empresa honrar seus pagamentos (PERLIM, 2016). Nesse caso, dentre os ativos de renda fixa, os títulos do Tesouro têm o menor risco de crédito, uma vez que o emissor é o Governo Federal.

b) Risco de Mercado

Em renda fixa, o risco de mercado representa a mudança de preço de um ativo mediante alterações na taxa do mercado ou mudanças na estrutura de prazo da taxa de juros. Nesse caso, o desempenho dos investimentos pode não alcançar o patamar desejado inicialmente. Diante disso, têm-se que o preço é inversamente proporcional a taxa de juros:

$$P = \frac{F}{(1+i)^{du(t,T)}} \quad (7)$$

Logo, quanto maior a taxa de juros, menor o preço ou quanto menor a taxa de juros, maior o preço do ativo. Se o investidor promove um resgate antecipado, ele incorre no risco de taxa de juros. Ou seja, ao vender um título antes do vencimento, como a rentabilidade gerada depende da relação entre o preço de compra e venda, pode haver prejuízos na operação. Assim, o investidor pode encontrar rentabilidade negativa quando vende um título a um preço menor do que o valor de compra, já que a rentabilidade foi menor do que a taxa disponível no momento do investimento. Porém, se manter o título até o vencimento, obtém-se a rentabilidade contratada.

Diante do exposto, com a limitação da possibilidade de ganhos e com a queda dos juros, o investidor após resgatar o título antecipadamente ou investir em outro título com o cupom recebido à taxa de juros diferente também pode sofrer o risco de reinvestimento. Percebe-se que os riscos de reinvestimento e de taxa de juros têm efeitos contrários, já que o primeiro decorre de perdas do valor do título quando as taxas de juros sobem e o segundo, de redução da rentabilidade obtida com o reinvestimento dos fluxos recebidos ao longo da vida do papel (SANTOS E SILVA, 2015).

Para medir a exposição de um ativo ao risco de mercado, deve-se acompanhar o desempenho do papel e a variação do seu *benchmark*, isto é, a referência a ser seguida. Na maioria dos títulos de renda fixa, o *benchmark* é o CDI.

O risco de mercado foi fortemente estudado por MINSKY (1994) através da sua análise sobre a Hipótese de Fragilidade Financeira. O risco sistemático refere-se a eventos econômicos, por exemplo crises econômicas, crises sanitárias, crises políticas, guerras ou

desastres naturais, que interferem no preço de todos os títulos do mercado financeiro e não há nenhuma medida capaz de contornar tal situação. A Hipótese de Fragilidade Financeira de Minsky permite entender que existe uma tendência inata nos sistemas financeiros desenvolvidos, a migrarem de posições seguras para posições frágeis após período de prosperidade. Por outro lado, o risco não sistemático, é um caso que envolve apenas uma empresa ou um setor, ou seja, somente um grupo pequeno é afetado pelas oscilações. Nesse tipo de risco, o investidor consegue se proteger através da diversificação do seu portfólio.

c) Risco de Liquidez

Trata-se da dificuldade da negociação entre investidores para vender um ativo a um preço justo e no momento desejado. Ou seja, é um risco de não encontrar um comprador no momento que o investidor necessita liquidar ou resgatar um título. O risco de liquidez pode implicar na redução substancial nos preços dos ativos no mercado.

d) Risco de Inflação

As taxas de juros nominais são compostas dos juros reais, mais a taxa de inflação esperada. Assim, um aumento na taxa esperada de inflação leva a um aumento das taxas de juros nominais e, portanto, à redução do preço dos títulos (SANTOS E SILVA, 2015). Além disso, ocorre a redução do retorno medido em termos de poder de compra dos títulos prefixados.

2.2 DURAÇÃO DE UM TÍTULO DE RENDA FIXA

Duration corresponde ao prazo médio que o investimento dará o retorno esperado ao investidor, ou seja, a duração do investimento. Ademais, a *duration* também pode ser interpretada como o prazo que o investidor vai esperar para resgatar o principal mais juros (SANTOS E SILVA, 2015).

Para um ativo zero cupom, a duração do investimento é o prazo que falta para completar seu vencimento, já que o pagamento do fluxo de caixa acontece na data de vencimento do título. Já para ativos com pagamento de cupons, Frederick Macaulay, em 1938, sugere que a duração desse grupo de títulos é encontrada através de uma média ponderada dos prazos no qual os pesos são dados pelo valor presente do fluxo do título em relação ao seu preço, isto é, o prazo em média que o investidor terá que esperar para receber seu pagamento.

Quanto maior o vencimento de um título de renda fixa, maior será a oscilação em relação à taxa de juros. Nesse caso, a *duration* também representa a sensibilidade da variação do preço presente do título comparada com a variação dos juros.

O preço de um título é dado pela seguinte expressão:

$$P = \frac{C_1}{(1+y)^1} + \frac{C_2}{(1+y)^2} + \dots + \frac{C_t}{(1+y)^T} \quad (8)$$

Onde:

P= Preço do Título

C_t= Fluxo de pagamento no período t

y= Taxa interna de retorno de mercado

T= número de períodos

Pela teoria de Macaulay, para encontrar a duração de um investimento de renda fixa é necessário derivar a expressão acima em relação a y, uma vez que será encontrada a variação no preço decorrente da variação na taxa de retorno de mercado:

$$\frac{dP}{dy} = - \frac{1}{1+y} \sum_{t=1}^T \frac{tC_t}{(1+y)^t} \quad (9)$$

Dividindo a expressão acima por -P e depois multiplicando por (1+y), encontra-se:

$$DMac = - (DP/P)/Dy/(1+y) = (1/P) \cdot [C_1/(1+y)^1 + \dots + C_T/(1+y)^T] \quad (10)$$

$$DMac = \sum t \cdot wt \quad (11)$$

Onde:

$$wt = \frac{Ct}{\frac{(1+y)^t}{P}} \quad (12)$$

A Duração Modificada é igual a Duração de Macaulay descontada pela taxa de retorno do título e expressa a variação percentual do preço do título em relação a variação da taxa de retorno.

$$DM = DMac/(1 + y) = (DP/P)/dy \quad (13)$$

A Duração Modificada mede o efeito sobre o preço de um título de uma alteração em 1% na taxa de retorno y (SANTOS E SILVA, 2015). Logo, é uma medida do risco de um título de renda fixa. A duração depende, entre outros fatores, da maturidade do título. Quanto maior o vencimento do título mais arriscado ele será, no sentido que seu preço terá maiores oscilações com a alteração da taxa de juros do que um título de vencimento curto.

2.3 SEGURO DE PORTFÓLIO DE PROPORÇÕES CONSTANTES (CPPI)

O CPPI é um modelo prático e dinâmico de minimização de perdas que permite ao investidor exposição diante da alta de um ativo com risco e, ao mesmo tempo, uma proteção e garantia do capital em cenários de queda (ITAÚ ASSET, 2016). Através dessa estratégia, o investidor, por meio das suas preferências, determina as proporções de seu patrimônio que serão alocados em ativos sem risco e ativos com risco, visando superar um piso pré-estabelecido.

Para começar a utilizar a estratégia de CPPI, o investidor tem que escolher o tipo de ativo com risco que será analisado pelo modelo. Em seguida, deve ser determinado o piso, ou seja, valor mínimo para a carteira no final do período de investimento (T).

O piso na estratégia CPPI em renda fixa poderá ser encontrado da seguinte forma (ITAÚ ASSET, 2016).

$$Pt = \frac{V0 \times (1+rmin)^{\left(\frac{T-t0}{252}\right)}}{(1+rf)^{\left(\frac{T-t}{252}\right)}} \quad (14)$$

Onde:

P_t = Piso, isto é, o valor mínimo da carteira no momento t para garantir a rentabilidade mínima desejada pelo investidor;

V_0 = Valor inicial da carteira;

r_{min} = Rentabilidade mínima determinada pelo investidor, ao ano;

r_f = Taxa livre de risco, ao ano;

$(T-t_0)$ = Quantidade de dias úteis entre o momento inicial e o fim do horizonte de investimento (T);

$(T-t)$ = Quantidade de dias úteis entre o momento t e o fim do horizonte de investimento (T).

Para os investidores que desejam ampliar seus retornos, aplicar em ativos com risco é uma boa opção. Afinal, em cenários de crescimento, o portfólio com mais risco consegue aproveitar as oportunidades e acumular riqueza de uma maneira mais eficiente frente a carteiras com menos riscos.

Alguns investidores mais conservadores preferem garantir no final do horizonte de investimento (T) ao menos o valor do piso. Nesse caso, o valor aplicado no início do período deve ser o mesmo do piso, acompanhado pela taxa de juros sem risco, em ativos isentos de risco. Esta estratégia visa proteger os investidores do risco, fornecendo uma garantia de valor mínimo da carteira na data do vencimento (GASPAR, 2019). O patrimônio que exceder esse valor será destinado aos ativos com risco.

De acordo com o modelo, o investidor também pode alocar todo o seu patrimônio em um ativo sem risco, isto é, o piso será igual ao valor da carteira. Contudo, irá ocorrer uma limitação de ganhos, uma vez que como a carteira é isenta de risco, seu retorno máximo seguirá somente a taxa de juros sem risco.

O colchão de liquidez é definido como o valor máximo que o investidor pode perder de forma a continuar com a rentabilidade acima do piso pré-estabelecido. O colchão é representado como a diferença entre o valor da carteira em cada momento t (V_t) e o piso no momento t (P_t).

Logo,

$$C_t = V_t - P_t \quad (15)$$

Onde:

C_t = Colchão de liquidez no momento t ;

V_t = Valor da carteira no momento t ;

P_t = Piso no momento t .

Nesse sentido, para a perda manter o resultado do colchão positivo, torna-se necessário que o valor do piso escolhido deve ser menor do que o valor da carteira no momento t , capitalizado à taxa de juros sem risco.

A determinação da alocação do portfólio em ativos com risco é feita através do produto entre um multiplicador fixo e o excesso de riqueza acima do piso, isto é, do colchão no momento t , conforme a fórmula a seguir:

$$E_t = m \times C_t \quad (16)$$

Onde:

E_t = Alocação na carteira de ativos com risco no momento t ;

m = Multiplicador fixo, escolhido pelo investidor;

C_t = Colchão no momento t .

O multiplicador fixo é escolhido de forma exógena, de acordo com as preferências do investidor. A escolha do multiplicador, que é a componente principal que identifica a exposição ao risco da carteira é, como foi dito, o problema fundamental da CPPI (GASPAR, 2019). Nesse caso, se o investidor escolher um multiplicador muito alto, a carteira irá beneficiar-se de uma forma mais eficiente em cenários de crescimento do mercado por meio

dos ativos com risco. Entretanto, a queda da rentabilidade da carteira ocorre de forma mais rápida em cenários de declínio do mercado. Promovendo a queda brusca do valor do colchão de liquidez. Portanto, o investidor deve buscar o equilíbrio no momento da escolha do multiplicador.

Após a determinação do multiplicador, o investidor utiliza a técnica do CPPI para adquirir exposição no mercado em momentos favoráveis, ou seja, aproveitar as oportunidades de crescimento do patrimônio, quando promove o balanceamento da sua carteira e aumenta a participação de ativos com risco. Por outro lado, quando ocorre a queda do mercado, o colchão de liquidez é contraído, uma vez que o valor máximo de perda do investidor para manter a rentabilidade no piso diminui. Diante disso, o investidor faz a venda dos ativos com risco para alocar a compra dos ativos sem risco.

Tal mecanismo permite novos balanceamentos da carteira para acompanhar os momentos bons do mercado, aumentando o patrimônio, através dos ativos com risco e reduzindo as possibilidades de perdas em cenários não favoráveis, com o aumento da participação de ativos sem risco.

Se o colchão chegar a zero, o investidor não aceita mais perdas para alcançar o piso, logo a exposição do portfólio também será nula, já que a carteira não terá ativos com risco. Se o investidor não conseguir se proteger das variações do mercado, por meio das modificações dos ativos no portfólio, o valor da carteira pode alcançar níveis abaixo do piso (GASPAR,2019).

A técnica do Seguro de Carteira de Proporções Constantes apresenta certos benefícios ao investidor, uma vez que é possível balancear o portfólio para aproveitar as melhores chances oferecidas pelo mercado ao longo do período de investimento. Ademais, o custo de proteção é mais baixo, comparado com outras estratégias de redução de risco (ITAÚ ASSET, 2016). Afinal, a forma dinâmica dos ajustes permite a proteção para qualquer tipo de ativo ou carteira e gestores não precisarão assumir prêmios de opções operando derivativos, por exemplo.

Todavia, a técnica também apresenta limitações que merecem destaque. A estratégia de CPPI não garante rentabilidade mínima em momentos de queda abrupta do mercado, ou seja, uma queda expressiva nos preços dos ativos com risco pode levar a uma diminuição da carteira abaixo do valor do piso pré-estabelecido (ITAÚ ASSET, 2016). Tal fato ocasionaria

uma redução brusca da rentabilidade e a insatisfação do investidor mediante a técnica. Para contornar essa situação é necessário um acompanhamento frequente do mercado pelo investidor para identificar de uma forma mais rápida as oportunidades e promover o balanceamento dos ativos com risco e sem risco.

Há mais um argumento utilizado sobre a técnica do CPPI, dessa vez sobre a comparação com a técnica de *Buy and Hold*. Nesse sentido, a estratégia de longo prazo *Buy and Hold*, diferentemente do CPPI, busca encontrar bons ativos no mercado e mantê-los na carteira sem previsão de retirada. Assim, não há ajustes de ativos mediante quedas e volatilidade do mercado. Ao comparar a rentabilidade final das duas técnicas no mesmo horizonte de investimento e na maioria dos cenários, a tendência é encontrar um retorno menor na técnica de CPPI, afinal o investidor escolheu se proteger mediante cenários incertos e movimentou sua carteira ao invés de resgatar seus proveitos no longo prazo (GASPAR, 2019). Contudo, os investidores possuem perfis diferentes, a proteção é algo que faz diferença na relação risco x retorno. Logo, mesmo que a implementação da CPPI ao invés da BH acarrete uma rentabilidade menor, sua utilização é válida.

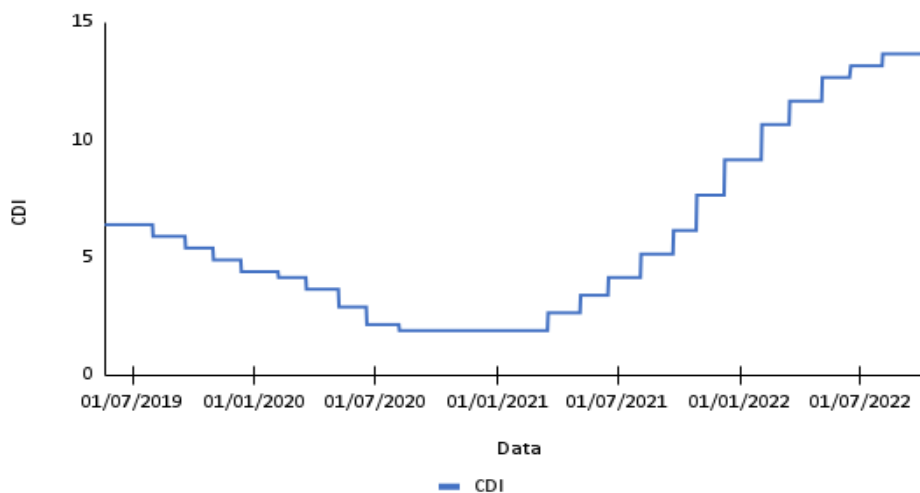
3 METODOLOGIA

Para simular a utilização do modelo de CPPI neste presente trabalho, é necessário efetuar a escolha dos ativos que vão compor a carteira do investidor. Nesse sentido, utilizou-se como ativo livre risco o CDI e como ativo arriscado o ETF (IMAB 11), em um período de amostragem compreendido entre os anos de 2019 a 2022. Adotou-se também um cenário livre de imposto de renda para facilitar didaticamente a análise dos resultados.

O Certificado de Depósito Interbancário é um título emitido e negociado entre os bancos com duração de 1 dia útil. Segundo a regulamentação do BACEN, todos os bancos devem fechar a tesouraria do dia com saldo positivo (CORTES, 2022), contudo nem sempre tal indicação acontece. Nesse caso, os bancos com saldo negativo ao final do dia emitem CDI para os bancos doadores com o objetivo de equilibrar a liquidez e permitir a continuidade das operações. Tal empréstimo é de curtíssimo prazo, pagos em 1 dia útil, e o juros dessa operação são definidos pela taxa CDI.

Ademais, o CDI é um dos principais indicadores de rentabilidade dos títulos de renda fixa, como CDB, LCA, LCI e Fundos DI. Nesse caso, é comum observar títulos que têm como remuneração $x\%$ do CDI, geralmente variando entre 85% e 150% do CDI, dependendo do tipo do papel, emissor, prazo e carência. A taxa CDI é diária, mas para rentabilizar os ativos de renda fixa é convertida a uma taxa anual com base nos 252 dias úteis presente no ano.

Gráfico 1 - Evolução das cotações do CDI



Fonte: Banco Central do Brasil. Elaboração Própria.

A taxa CDI tem correlação direta com a taxa básica de juros, a taxa SELIC. Nesse caso, a taxa SELIC é utilizada pelo governo como parâmetro para pegar recursos emprestados a fim de custear suas despesas. Além de ser utilizada para nortear os rendimentos das aplicações em títulos do Tesouro Nacional, a taxa SELIC é utilizada pelo Banco Central do Brasil para controlar a inflação e estabilizar a economia. Tal taxa é definida em reuniões feitas pelo COPOM (Comitê de Política Monetária), na qual a conclusão da taxa final baliza as transações financeiras de todo mercado brasileiro.

Ao investir em títulos de renda fixa atrelados ao CDI é de suma importância acompanhar a variação da taxa SELIC para melhor identificar oportunidades de rendimentos ao longo do período. Diante disso, como evidenciado no gráfico acima, nos meses que antecederam a pandemia do covid-19, o CDI apresentou níveis abaixo de 4,15% aa. Tal fato tem como principal fator a determinação do COPOM em fevereiro de 2020, de colocar a SELIC pela primeira vez em 4,25% aa. A SELIC chegou a taxa de 2% aa no primeiro semestre de 2020 e, conseqüentemente, o CDI acompanhou o movimento da taxa SELIC.

Com a chegada avassaladora da pandemia do covid-19, o cenário era de completa incerteza no mercado e a temporada de juros baixos não levou muito tempo. Com o choque de preços advindos da crise sanitária, a inflação subiu e o Banco Central do Brasil começou um ciclo de alta da SELIC a partir de março de 2021, saindo de 2% aa, e atingindo sua maior taxa em agosto de 2022, 13,75% aa. A última reunião do COPOM, em dezembro de 2022, manteve a

taxa SELIC em 13,75% aa pelo quarto mês consecutivo, mas a tendência é manter a taxa nesse nível e a partir do ano de 2023 começar um novo ciclo de queda.

De acordo com o Banco Central, o CDI acumulado durante o período de amostragem foi de:

Tabela 3 - Variação do CDI por mês

Mês / Ano	2022	2021	2020	2019
Janeiro	0,73%	0,15%	0,38%	0,54%
Fevereiro	0,76%	0,13%	0,29%	0,49%
Março	0,88%	0,20%	0,34%	0,47%
Abril	0,83%	0,21%	0,28%	0,52%
Mai	1,03%	0,27%	0,24%	0,54%
Junho	1,02%	0,31%	0,21%	0,47%
Julho	1,03%	0,36%	0,19%	0,57%
Agosto	1,17%	0,43%	0,16%	0,50%
Setembro	1,07%	0,44%	0,16%	0,46%
Outubro	-	0,49%	0,16%	0,48%
Novembro	-	0,59%	0,15%	0,38%
Dezembro	-	0,77%	0,16%	0,37%
Acumulado aa	-	4,42%	2,75%	5,96%

Fonte: Banco Central do Brasil. Elaboração própria.

Já o ativo com risco escolhido para o teste do modelo CPPI foi o ETF (IMAB11). O *Exchange Traded Fund* é um fundo de investimento que possui como referência determinado índice negociado na bolsa de valores. Tal ativo já é muito utilizado em outros países e vem crescendo nas carteiras de investimento brasileiras como uma forma mais sofisticada de diversificação. Desse modo, o ETF é composto por diversos ativos financeiros que seguem o índice indicado pela gestora por meio de uma estratégia passiva, ou seja, trazer uma rentabilidade igual à referência.

O investidor consegue negociar ETFs no *home broker* na sua corretora, isto é, em uma plataforma online que pode ser acessada pelo computador de forma simples. O valor

adquirido pelo investidor é reinvestido no próprio ETF para aumentar o patrimônio do *player*. Em relação aos custos para aplicar em ETFs, ocorre a cobrança da taxa de administração, na qual varia de acordo com a corretora e com o índice, taxa de corretagem, em algumas corretoras essa taxa é zero, e taxa de emolumentos, cobrada pela B3.

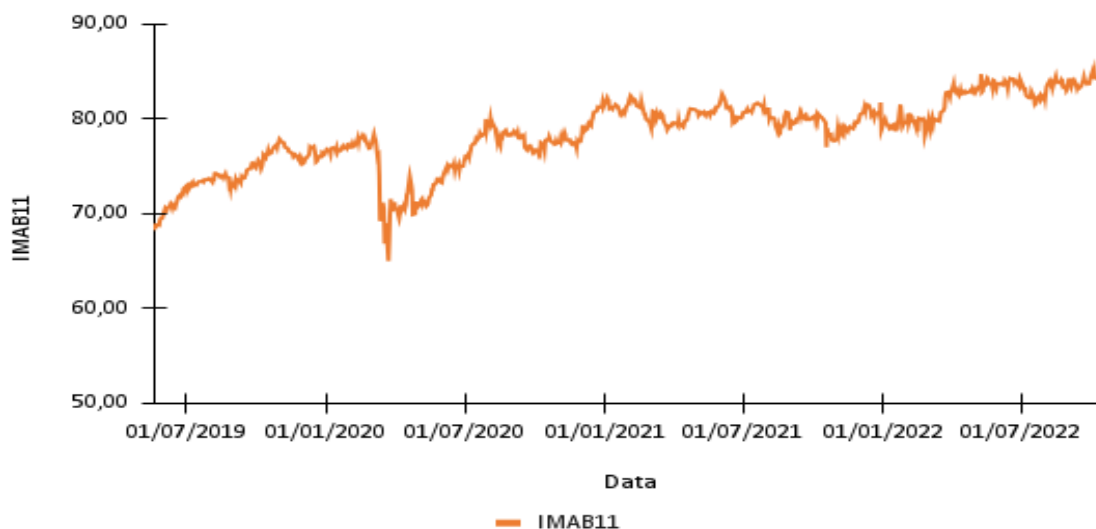
O IMAB11 foi criado em 2019 por uma parceria entre o Tesouro Nacional e o Banco Itaú, atual administrador do fundo. Segundo sua política de investimentos, 95% do seu patrimônio deve estar atrelado aos títulos do índice IMAB, ou seja, categoria de índices que acompanha carteiras atreladas ao IPCA (ITAÚ ASSET, 2022). Nesse sentido, o IMAB representa o desempenho dos preços de mercado dos títulos públicos federais, como NTN-B (Notas do Tesouro Nacional - Série B), que oscilam de acordo com a inflação. Assim, a composição do IMAB11 reúne 13 títulos e o percentual de cada um é determinado pela ANBIMA, levando em consideração o valor de mercado de cada ativo.

Por ser negociada na bolsa de valores, a tributação do IMAB11 entra na regra da renda variável, isto é, o imposto de renda cobrado é de 15% independente do tempo de aplicação. Ademais, não há cobrança de IOF em caso de venda nos 30 primeiros dias e também não existe a incidência de come-cotas. Sua taxa de administração é de 0,25% ao ano, menor comparada com os demais ETFs. O investidor ao comprar o IMAB11 já está diversificando seu portfólio em um produto, uma vez que um ETF é formado por vários títulos ligados à inflação, e por um preço acessível.

Por outro lado, existem alguns pontos que o investidor deve se atentar. Como o IMAB11 é negociado em bolsa, as cotas sofrem oscilações diárias de acordo com o andamento do mercado. Apesar da taxa de administração ser menor comparada com outros ETFs, o valor repassado para o Banco Itaú, pela administração do IMBA11, é um custo que irá afetar a rentabilidade do título no longo prazo. Outrossim, o IMAB11 não possui data de vencimento, logo ficará mais exposto às condições de inflação vigentes.

O gráfico 2 apresenta a evolução do IMAB11, ETF utilizado na testagem do modelo CPPI, durante o período de amostragem entre 2019 e 2022.

Gráfico 2 - Evolução do IMAB11



Fonte: TESOURO NACIONAL. Elaboração própria.

O IMAB11 foi o primeiro ETF de renda fixa do mercado financeiro, de acordo com o Banco Itaú, atual administrador do fundo. Nota-se que apresentava uma elevação nas cotações até março de 2020, quando a OMS declarou a pandemia no covid-19. Diante desse episódio, o ativo sofreu uma queda acentuada, seguindo o movimento do mercado em geral.

Devido ao aumento da inflação, o COPOM resolveu aumentar a SELIC, como já citado anteriormente. Neste cenário, que os juros subiram de 2% para 13,75% aa, os ativos de renda fixa ganham mais destaque como uma forma de segurança. O IMAB11 apresenta sua relevância devido aos fatores que influenciam a remuneração dos títulos do governo que fazem parte da carteira do fundo, sendo indexado à inflação que explica sua alta desde o final de 2020.

A avaliação do desempenho do modelo CPPI em ativos de renda fixa, neste presente trabalho, é feita através de dados reais do ativo livre de risco CDI, divulgado pelo Banco Central do Brasil, e dados reais do ativo arriscado ETF (IMAB11), extraídos da plataforma Tryd. Trabalhou-se com valores diários das cotações dos títulos entre 20 de maio de 2019 e 20 de outubro de 2022, excluindo feriados e finais de semana, somando-se 854 dias úteis.

O IMAB11 é um ativo de renda fixa com exposição, pois apresenta uma carteira de títulos públicos federais indexados à inflação de diferentes vencimentos. Maior maturidade implica em maior risco de oscilações de preço frente a alterações das taxas de juros. Por outro lado, o CDI remunera o custo de oportunidade de curto prazo da economia, consequentemente possui menor risco. Logo, risco e vencimento estão diretamente relacionados, quanto maior o vencimento maior o risco de oscilação de preço com alteração da taxa de juros.

Para a implementação da estratégia do CPPI é imprescindível determinar os seguintes elementos:

- O multiplicador, escolhido de forma exógena;
- Multiplicador sobre o colchão que estabelece o montante a ser aplicado no ativo com risco;

$$Et = m \times Ct$$

- A taxa de rentabilidade mínima que define o piso;

$$Pt = \frac{V0 \times (1+rmin)^{\left(\frac{T-t}{252}\right)}}{(1+rf)^{\left(\frac{T-t}{252}\right)}}$$

- O valor inicial a investir na carteira, V0.

Durante a simulação, o valor escolhido do multiplicador exógeno foi 10. Considerou-se também que a rentabilidade mínima foi de 5%, ou seja, no mínimo o investidor irá manter o valor da taxa média da inflação no Brasil. Assim, na pior das hipóteses, haveria manutenção do poder de compra.

O cálculo do piso garante a rentabilidade mínima para o investidor. No primeiro momento, de acordo com a simulação, o valor do piso foi de 95,57. O colchão de liquidez, valor máximo que o investidor pode perder de forma a continuar com a rentabilidade acima do piso pré-estabelecido, foi de 4,43. Tal resultado representa o valor inicial da carteira, definido como 100, menos o piso. Logo, o montante do investimento inicial foi distribuído em 44,35% em ativo com risco e 55,65% em ativo sem risco.

Nos períodos seguintes, com a elevação do ativo de exposição IMAB11, o valor da carteira também sobe e ultrapassa o piso em uma magnitude elevada. O investidor, nesse cenário, está

aumentando a proporção de ativos arriscados na carteira. Todavia, em determinado momento, a partir do início da pandemia do covid-19, o ativo com risco começa a alcançar níveis abaixo do piso. Logo, o colchão também ficou abaixo do piso.

Durante a simulação do modelo, não há venda descoberta, ou seja, não serão feitas operações negativas em ativos com risco. Nesse caso, sempre que o valor da carteira ficar abaixo do piso, o valor aplicado no ativo com risco IMAB 11 será zero.

Por outro lado, se o ativo com exposição crescer a níveis muito elevados e, conseqüentemente, o colchão, o investidor teria que pegar recursos que estavam, anteriormente, direcionados para o CDI para investir no IMAB 11. Todavia, na testagem não será considerado o ativo sem risco negativo e, conseqüentemente, o investidor poderá investir no máximo 100% em ativo arriscado e no mínimo 0% em ativo sem risco. Portanto, o recurso aplicado em ativo arriscado deverá ser o menor valor entre o colchão multiplicado pelo multiplicador e o valor da carteira.

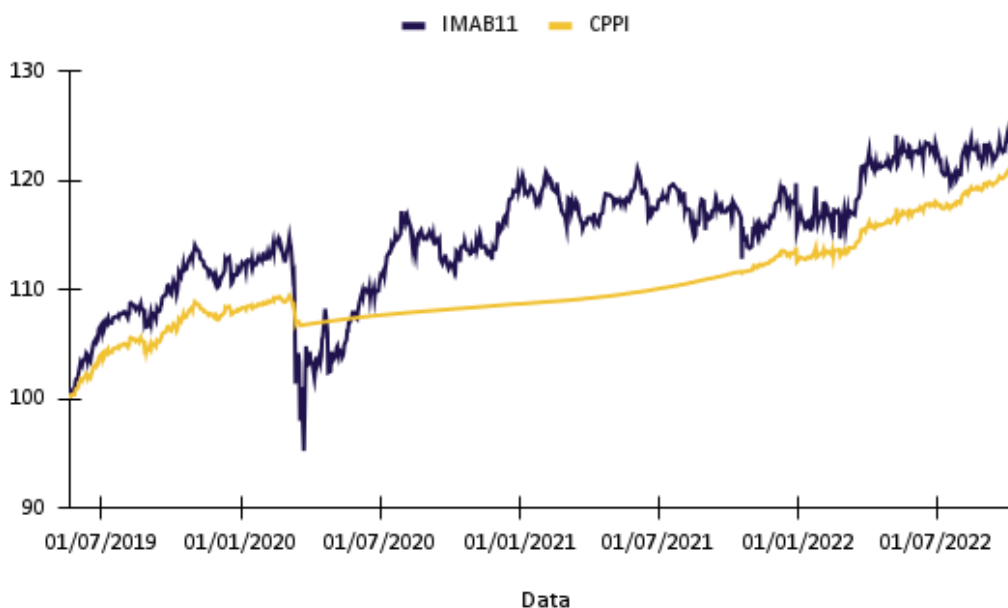
4 RESULTADOS

Durante a simulação, se o investidor aplicasse os R\$100,00 do valor da carteira inicial todo em IMAB11, ele compraria 1,46 unidades. Nesse caso, ele iniciaria sua posição no dia 20 de maio de 2019 com os R\$100,00 em IMAB11 e terminaria no dia 20 de outubro de 2022 com R\$123,87 em IMAB11.

Já se o investidor aplicasse os mesmo R\$100,00 utilizando a estratégia de rebalanceamento do CPPI durante o período de amostragem, ele iniciaria também com os R\$100,00 no dia 20 de maio de 2019 e terminaria com R\$121,22 no dia 20 de outubro de 2022. As estratégias de perda limitada buscam, em primeiro lugar, a proteção do portfólio do cliente e não a maximização do retorno no horizonte de investimento, como nos modelos tradicionais de alocação (ITAÚ ASSET, 2016).

O gráfico abaixo evidencia a evolução do portfólio do investidor se aportasse todo o recurso no ativo arriscado IMAB11 ou se escolhesse efetuar os rebalanceamentos entre ativo com risco e ativo sem risco para redução de perdas ao longo do período de amostragem, a estratégia do CPPI.

Gráfico 3 - Evolução da Carteira de Investimentos Durante o Período de Amostragem



Fonte: Elaboração própria.

Apenas por observação é nítido que o modelo do CPPI busca a mitigação de riscos do investidor frente às movimentações do mercado e não a elevação da rentabilidade. Como exposto, ambas as carteiras saíram do mesmo valor inicial de R\$100,00, resultando em uma leve alta no portfólio arriscado em comparação com o portfólio rebalanceado, no primeiro momento. Todavia, a partir de março de 2020, com a declaração da OMS sobre o início da pandemia do covid-19, a carteira composta apenas por IMAB11 apresentou forte queda.

Nesse sentido, como os investidores estavam com receio de toda a incerteza do mercado em relação ao cenário vivido, a estratégia do CPPI promoveu os rebalanceamentos da carteira com proporções maiores do ativo sem risco comparado com a proporção do ativo arriscado. Tal fato foi efetuado com o objetivo de reduzir o risco da carteira.

A tabela abaixo mostra o rebalanceamento em datas aleatórias antes do anúncio da pandemia, no período do anúncio e momentos seguintes.

Tabela 4 - Simulação Modelo CPPI

Data	IMAB11	CDI	Piso	Vt	Colchão	ativo arriscado	ativo sem risco
15/07/2019	73,00	6,40	96,49	104,26	7,77	77,69	26,57
16/07/2019	73,21	6,40	96,51	104,49	7,97	79,75	24,74
17/07/2019	73,31	6,40	96,53	104,60	8,07	80,66	23,94
16/12/2019	77,08	4,4	104,59	108,47	3,88	38,79	69,69
17/12/2019	76,71	4,4	104,61	108,30	3,69	36,86	71,43
19/12/2019	75,44	4,4	104,65	107,73	3,09	30,85	76,88
16/03/2020	71,00	4,15	106,35	107,09	0,74	7,43	99,66
17/03/2020	70,51	4,15	106,37	107,06	0,69	6,91	100,15
18/03/2020	67,00	4,15	106,38	106,73	0,35	3,46	103,27
15/12/2020	79,89	1,9	114,15	108,63	-5,52	0,00	108,63
16/12/2020	80,00	1,9	114,16	108,64	-5,52	0,00	108,64
17/12/2020	80,50	1,9	114,17	108,65	-5,52	0,00	108,65
01/10/2021	80,10	6,15	111,00	111,42	0,42	4,25	107,17
06/10/2021	80,20	6,15	111,08	111,50	0,43	4,26	107,24
11/05/2022	82,81	12,65	111,99	116,25	4,27	42,68	73,57
12/05/2022	82,90	12,65	112,04	116,34	4,30	42,97	73,37
13/05/2022	83,41	12,65	112,09	116,63	4,54	45,43	71,21
07/10/2022	84,29	13,65	117,65	120,78	3,13	31,29	89,49
11/10/2022	84,20	13,65	117,77	120,83	3,07	30,67	90,16

Fonte: Elaboração própria.

É notório que em meados de 2019, o portfólio estava mais alocado no ativo arriscado, para aproveitar as oportunidades do mercado, e o piso, valor mínimo para a carteira no final do período de investimento, estava em patamares mais altos. Isso significa, que o valor mínimo da carteira para manter a rentabilidade mínima desejada pelo investidor precisava cada vez ser maior.

Com a divulgação dos primeiros casos de covid-19 na China, um dos principais parceiros comerciais do Brasil, no final de 2020, observa-se na simulação as primeiras tendências do modelo em migrar os recursos dos investidores para um portfólio menos exposto. Por exemplo, em 18 de julho de 2019 a carteira estava alocada na proporção 81,03 em ativo arriscado e 23,63 em ativo sem risco. Já em 20 de dezembro de 2020 o cenário era outro, a carteira estava posicionada em 31,09 para ativo com risco e 76,68 para ativo sem exposição.

Sobre a escolha exógena do multiplicador fixo em 10, multiplicadores altos proporcionam o benefício de carteiras em cenários de crescimento do mercado através do ativo arriscado. Contudo, em cenários de queda mesmo com o multiplicador alto ocorre redução do colchão e aumento de posição do ativo de menor risco.

O colchão de liquidez, valor máximo que o investidor pode perder de forma a continuar com a rentabilidade acima do piso pré-estabelecido, se apresenta em níveis cada vez menores diante dos novos acontecimentos, como a divulgação da pandemia, fechamento dos portos e isolamento social. Com a explosão de casos do coronavírus em todo o mundo, a incerteza se alastrou no mercado, ainda mais após o acionamento do *circuit breaker*, paralisação das operações na bolsa, pela B3 cinco vezes na segunda semana de março de 2020. Tal ação promoveu a queda de mais de 10% do IBOVESPA e o colchão ficou em posições abaixo de zero, isto é, o investidor já passou do limite para aceitar perdas. Diante disso, o investidor promove a venda total dos ativos com risco, zerando sua exposição e aloca toda a sua carteira em ativos sem risco.

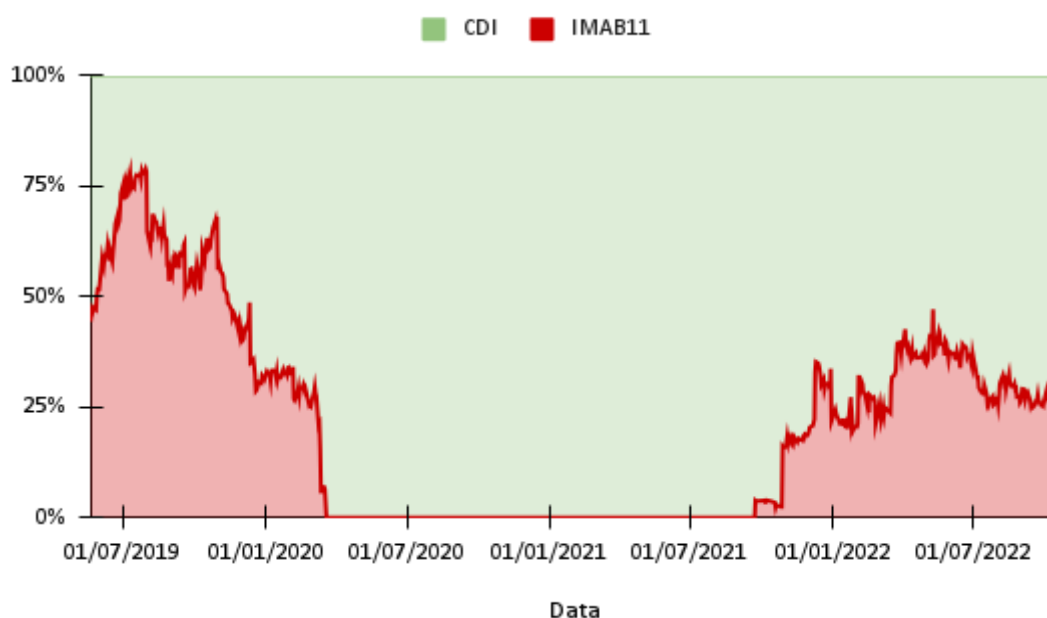
Como abordado anteriormente, neste presente trabalho, o modelo de CPPI não opera por venda descoberta. Logo, não serão feitas operações negativas em ativos com exposição. Por esse motivo, todas as vezes que o valor da carteira ficar abaixo do piso, isto é, com o colchão negativo, o valor aplicado em ativos com risco será zero nas simulações.

É visível pelo teste do modelo que o colchão de liquidez só voltou a patamares positivos, durante outubro de 2021. Tal fato se deu pela nova conjuntura do mercado, com a distribuição

de vacinas por todo mundo e o crescimento do otimismo frente ao desenrolar das tendências econômicas vigentes no período. Desse modo, observa-se que a estratégia do CPPI promoveu um aumento na alocação em ativos com risco, todavia ainda existe cautela nos novos rebalanceamentos. Segundo a simulação, no dia 11 de outubro de 2022, o portfólio era composto pela proporção de 30,67 no ETF IMAB11 e 90,16 em CDI.

O gráfico a seguir evidencia a proporção da carteira entre ativo de renda fixa sem risco e ativo de renda fixa com risco durante o período de amostragem.

Gráfico 4 - Proporção da Carteira Entre o IMAB11 e o CDI



Fonte: Elaboração própria.

No período inicial o mercado estava em crescimento e o ativo com exposição estava acompanhando a elevação, por esse motivo a técnica do CPPI aumentava a posição em IMAB11 em quase 80%. Com a queda do mercado nos meses seguintes, o CPPI promove um novo rebalanceamento do IMAB11 para a faixa dos 30% e com a explosão do covid-19 zerou a proporção do ativo com exposição no portfólio analisado.

Durante os meses de março de 2020 e outubro de 2021, a carteira estava toda alocada no CDI. Com o crescimento do mercado acima do piso e o início da sua recuperação, o modelo de CPPI voltou a operar a carteira em IMAB11 chegando a ocupar 41% do portfólio em 06 de maio de 2022.

A tabela abaixo expõe a comparação dos resultados acumulados em uma carteira que aplicou 100% no ativo com exposição IMAB11 e uma carteira que fez rebalanceamentos entre IMAB11 e CDI, seguindo a estratégia do CPPI.

Tabela 5 - Estatísticas Comparativas de Desempenho: IMAB11 e CPPI

	2019		2020		2021		2022		2019-2022	
	IMAB 11	CPPI	IMAB 11	CPPI	IMAB 11	CPPI	IMAB 11	CPPI	IMAB 11	CPPI
MÉDIA	1,4%	1%	0,6%	0,04%	-0,2%	0,3%	0,7%	0,8%	0,6%	0,5%
DESVIO PADRÃO	2,3%	1,3%	3,5%	0,6%	1,6%	0,2%	2,2%	0,7%	2,5%	0,8%
M/DP	0,58	0,74	0,17	0,07	-0,15	1,21	0,34	1,10	0,24	0,66
REND. ACUMUL.	11,7%	8,1%	5,8%	0,3%	-4,1%	3,5%	5,6%	6,8%	23,4%	20,5%

Fonte: Elaboração Própria

1

A tabela 5 foi construída a partir dos rendimentos mensais dos anos de 2019, 2020, 2021 e 2022 de um portfólio composto somente pelo ativo com exposição e um portfólio mesclado pelo modelo do CPPI. Como já abordado anteriormente, o CPPI não busca a elevação dos rendimentos, mas sim a redução do risco. O desvio padrão mede a dispersão da distribuição de probabilidades, ou seja, quanto maior o desvio padrão maior a dispersão do ativo das expectativas em torno da média. Nos investimentos, o desvio padrão representa o risco de uma carteira.

É de fácil observação, que o desvio padrão da estratégia se manteve menor em comparação com o desvio padrão do ativo com risco nos 4 momentos analisados. Tal fato mostra que em períodos de incerteza, a técnica do CPPI ajuda o investidor a mitigar os riscos do seu portfólio pela migração de recursos dos ativos com risco para ativos mais seguros.

¹ Na tabela 5, no ano de 2019 os dados começaram a ser analisados a partir de maio até dezembro. Já no ano de 2022, as simulações começaram em janeiro e a última análise foi feita em outubro.

Seguindo a análise, a média dos rendimentos mensais se manteve maior na carteira com IMAB11 nos anos de 2019 e 2020, acompanhando as expectativas. Já em 2021, a carteira construída pelo modelo, apesar de não ser o foco, alcançou uma rentabilidade maior em comparação com o portfólio arriscado. O cenário de avanço da pandemia explica tal situação, uma vez que o IMAB11 só passou a ser utilizado pelo modelo novamente a partir de outubro de 2020. Já em 2022, a técnica CPPI também alcançou rendimentos levemente maiores, comparados com a carteira arriscada, mesmo após o aumento da posição de IMAB11, porém feito de forma discreta.

A estatística média/desvio padrão representa o retorno por unidade de risco. Na simulação somente no ano de 2020, início da pandemia, tal dado apresentou resultados maiores na carteira com exposição em IMAB11. Nos outros anos analisados, a estratégia de seguro de carteira obteve mais sucesso em relação a essa estatística. Portanto, investidores que optam por seguir a técnica do CPPI conseguem mitigar o risco e obter retornos através desse modelo.

Na análise do período, 2019-2022, nota-se que no geral o portfólio formado apenas por IMAB11 alcança uma média de rentabilidade, no longo prazo, mais elevada em relação a um portfólio balanceado. Tal fato pode ser observado pelos rendimentos acumulados presentes na tabela. O CPPI alcançou níveis maiores de rentabilidade em 2020 e 2021, mas no acumulado geral do período de amostragem, a carteira com exposição apresentou resultados mais satisfatórios no quesito rendimento. Já em relação ao risco, o modelo de CPPI reduziu significativamente as perdas do investidor, principal ponto de análise. Logo, na simulação a técnica de Seguro de Portfólio de Proporções Constantes obteve sucesso na minimização de perdas do investidor frente às movimentações do mercado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o desempenho da técnica *Constant Proportion Portfolio Insurance* (CPPI) em carteiras de renda fixa. Pelo modelo do CPPI, os investidores obtêm ganhos em mercados que estão em tendência de alta e, ao mesmo tempo, limitam as perdas em mercados que estão em cenário de queda. A técnica de seguro de carteira é produzida através de alocações frequentes do patrimônio do investidor em ativos com exposição e ativos sem exposição, com a intenção da rentabilidade superar o piso pré-estabelecido.

Na análise do modelo de CPPI, o valor para ser alocado em ativos com risco é determinado através do produto entre o multiplicador fixo, escolhido pelo investidor, e o excesso de riqueza acima do piso no momento t , ou seja, o colchão de liquidez. Diante disso, o investidor utiliza a técnica do CPPI para adquirir exposição no mercado em momentos favoráveis, com o aumento da posição em ativos com risco. E por outro lado, em cenários de queda o colchão é contraído, já que o investidor aceita perder menos para superar o piso pré-estabelecido. Nesse caso, ocorre uma migração de recursos da carteira dos ativos com risco para os ativos sem exposição.

Se o colchão zerar, o investidor não aceita mais perder para alcançar o piso pré-estabelecido. Logo, a carteira não terá mais ativos com exposição. O modelo do CPPI apresenta como benefício a alocação dinâmica para balancear o portfólio do investidor com o intuito de aproveitar as oportunidades e minimizar as perdas. Todavia, a técnica não garante a rentabilidade mínima para o investidor em momentos de quedas abruptas do mercado. Portanto, é de suma importância o acompanhamento constante do mercado pelo investidor para identificar de forma mais rápida as chances de crescimento do patrimônio.

Na simulação presente nesta monografia, o ativo com risco escolhido foi o ETF IMAB11 e o ativo livre de risco foi o CDI, em um período de amostragem entre maio de 2019 e outubro de 2022. A testagem também adotou o cenário sem imposto de renda para fins didáticos durante a análise da técnica de seguro de carteira.

Seguindo a simulação, observou-se que antes da pandemia do covid-19, a carteira composta apenas pelo IMAB11 apresentou uma leve elevação de rentabilidade comparada

com a carteira balanceada pelo CPPI. Porém é válido lembrar que o CPPI não busca a elevação da rentabilidade do portfólio, mas sim a mitigação dos riscos.

Com o estresse e a incerteza do mercado, após o anúncio da grave questão sanitária mundial, a carteira exposta pelo IMAB11 apresentou forte queda. Contudo, a carteira balanceada protegeu o investidor migrando o recurso do IMAB11 para o CDI, assim reduzindo perdas. Apenas em outubro de 2021, com o crescimento do mercado, o modelo do CPPI aumentou a participação do IMAB 11 novamente na carteira, com o objetivo de elevar a exposição para aproveitar as oportunidades.

Por meio da análise das estatísticas comparativas de desempenho, nota-se no período analisado que o desvio padrão da carteira que utiliza o CPPI foi menor em relação ao desvio padrão do portfólio composto apenas pelo IMAB11. Isto é, menor será a dispersão dos ativos em relação a média em carteiras balanceadas. Portanto, portfólios compostos pela técnica do CPPI apresentaram menores riscos, confirmando a eficiência do modelo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERGER, Paulo Lamosa. Mercado de Renda Fixa no Brasil: Ênfase em Títulos Públicos Federais. 1 ed. São Paulo: Interciência, 2015.

CORTES, ANDREA. **CDI: Saiba como acompanhar os valores do índice em 2022**. São Paulo, 2022.

DUARTE, E. F. M. **A técnica de seguro da carteira e o problema da volatilidade**: um estudo aplicado ao índice PSI-20 (Doctoral dissertation). Universidade de Coimbra, 2004.

GASPAR, Eduardo José Diniz Pereira. **Dynamic - Constant Proportion Portfolio Insurance**: Aplicação ao Índice FTSE 100. Mestrado em Finanças Empresarias. Instituto Politécnico de Leiria, 2019.

ITAU ASSET MANAGEMENT. **Alocação com Estratégia de Minimização de Perdas**. Itau, 2016.

LOURENÇO, André L.C. **O pensamento de Hyman P. Minsky**: Alterações de Percurso e Atualidade. Economia e Sociedade, Campinas, 2006.

PEREIRA, Juliano Lima. **Mercados de Capitais**: fundamentos e técnicas. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

PERLIN, Marcelo S. **Poupando e Investindo em Renda Fixa**: Uma abordagem Baseada em Dados. Edição Revisada, 2018.

REILLY, Frank k., NORTON, Edgar A. Investimentos. Tradução Vertice Translate; revisão técnica Antonio Zoratto Sanvicente. São Paulo. Cengage Learning, 2008.

SANTOS, José Carlos de Souza Santos e SILVA, Marcos Eugênio. **Derivativos e Renda Fixa**: Teoria e aplicações ao mercado brasileiro. 1. ed. Atlas, 2015.

PAGBANK. **Tabela de IR e IOF em investimentos: tudo que você precisa saber., [S.I.]**.

2022. Disponível em: <<https://blog.pagseguro.uol.com.br/tabela-ir-e-iof-em-investimentos-tudo-que-voce-precisa-saber/>>. Acesso em 05 de agosto de 2022

INFOMONEY. **Como funcionam as Debêntures?**, *[S.I.]*. 2022. Disponível em: <<https://www.infomoney.com.br/guias/debentures/>> Acesso em 10 de agosto de 2022

CONTABILIZEI. **Notas Promissórias: O que é, como funciona, como fazer e qual garantia?** *[S.I.]*. 2022. Disponível em: <<https://www.contabilizei.com.br/contabilidade-online/nota-promissoria/#:~:text=Blog%20%E2%80%BA%20Tributa%C3%A7%C3%A3o-,Nota%20Promiss%C3%B3ria%3A%20O%20que%20%C3%A9%20como%20funciona%2C%20como,fazer%20e%20qual%20a%20garantia%3F&text=A%20nota%20promiss%C3%B3ria%20%C3%A9%20uma,pagar%20determinado%20valor%20ao%20benefici%C3%A1rio.>> Acesso em 15 de agosto de 2022.

TESOURO DIRETO. **Precificação de Títulos Públicos** *[S.I.]*. 2022. Disponível em: <<https://www.tesourodireto.com.br/data/files/5B/86/BD/D8/36B2D610393A62D6894D49A8/Precificacao%20dos%20titulos%20publicos.pdf>> Acesso em 12 de setembro de 2022

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Dados diários** *[S.I.]*. 2022. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/htms/SELIC/SELICdiarios.asp?frame=1>> Acesso em 27 de novembro de 2022.