

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

THALES MEDEIROS HESPANHOL

**APLICAÇÃO DA ANÁLISE POR ENVOLTÓRIA DE DADOS PARA MEDIR O
IMPACTO DA PANDEMIA COVID-19 NA PERFORMANCE DE FUNDOS DE
INVESTIMENTO EM RENDA FIXA**

LONDRINA

2021

THALES MEDEIROS HESPANHOL

**APLICAÇÃO DA ANÁLISE POR ENVOLTÓRIA DE DADOS PARA MEDIR O
IMPACTO DA PANDEMIA COVID-19 NA PERFORMANCE DE FUNDOS DE
INVESTIMENTO EM RENDA FIXA**

**USING DATA ENVELOPMENT ANALYSIS TO MEASURE THE IMPACT OF THE
COVID-19 PANDEMIC ON THE PERFORMANCE OF FIXED INCOME
INVESTMENT FUNDS**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Dr. Reginaldo Fidelis

LONDRINA

2021

THALES MEDEIROS HESPANHOL

**APLICAÇÃO DA ANÁLISE POR ENVOLTÓRIA DE DADOS PARA MEDIR O
IMPACTO DA PANDEMIA COVID-19 NA PERFORMANCE DE FUNDOS DE
INVESTIMENTO EM RENDA FIXA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação para
obtenção do título de Bacharel em Engenharia De
Produção da Universidade Tecnológica Federal do
Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 02 de Dezembro de 2021

Reginaldo Fidelis

Doutor

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Erico Daniel Ricardi Guerreiro

Doutor

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Marco Antonio Ferreira

Doutor

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

LONDRINA

2021

RESUMO

Tendo em vista o impacto da pandemia do Covid-19 em diversos setores da economia global, o presente estudo tem como objetivo geral utilizar a ferramenta Análise por Envoltória de Dados para medir o impacto da pandemia Covid-19 na performance de Fundos de Investimento em Renda Fixa. Para tanto, foi necessário descrever os principais títulos de renda fixa, explicar os riscos envolvidos em fundos de investimentos, coletar dados de fundos no ano de 2020 e, por último, analisar esses dados com a metodologia DEA-Windows e regressão Tobit. Foram escolhidos para este estudo todos os Fundos de Investimento da categoria Anbima Renda Fixa com Duração Alta e com Grau de Investimento, totalizando 16 Fundos. A performance foi medida em 3 períodos de tempo: Pré-Covid (janeiro e fevereiro), Covid Crítico (março e abril) e Pós-Covid Crítico (maio até dezembro). Para verificar quais variáveis impactaram o desempenho dos fundos, foram utilizados como *input*: Taxa de Administração, Número de cotistas, Aplicação Mínima Inicial e Desvio Padrão do Retorno. Como variáveis *outputs*: Retorno do fundo, Quantidade de meses desde a abertura do fundo, Patrimônio Líquido e Saldo. Como resultado, verificou-se que as variáveis Retorno e Quantidade de meses desde a abertura do fundo impactaram positivamente o desempenho, durante o período de maio a dezembro de 2020. Já a variável aplicação inicial mínima impactou negativamente o desempenho no mesmo período. Para as outras variáveis, não houve impacto positivo ou negativo significativos nos índices de desempenho. Por fim, embora o estudo tenha ficado limitado apenas a dados públicos, concluiu-se que ele atingiu seus objetivos e recomendou-se a utilização de dados restritos e internos em pesquisas futuras.

Palavras-chave: pandemia Covid-19; Desempenho; DEA; Fundos de Investimento em Renda Fixa.

ABSTRACT

In view of the impact of the Covid-19 pandemic on several sectors of the global economy, this study aims to use the Data Envelopment Analysis tool to measure the impact of the Covid-19 pandemic on the performance of Fixed Income Investment Funds. Therefore, it was necessary to describe the main fixed income securities, explain the risks involved in investment funds, collect fund data in 2020 and, finally, analyze these data with the DEA-Windows methodology and Tobit regression. For the study, all Investment Funds in the category Anbima Fixed Income with Long Duration and Investment Grade were chosen, totaling 16 Funds, and performance was measured in 3 time periods: January and February, March and April and May to December. In order to verify which variables impacted the performance of the funds, input variables was Administration Fee, Number of shareholders, Minimum Initial Investment and Standard Deviation of Return and the following variables were used as output: Return, Lifetime, Total assets under management and Balance. As result, it was found that the variables Return and Lifetime of the fund had a positive impact during the period from May to December 2020. The variable minimum initial investment had a negative impact in the same period. For the other variables, it is not possible to say whether there was a positive or negative impact on performance. Finally, although the study was limited to public data only, it was concluded that the study achieved its objectives and the use of restricted and internal data in future research was recommended.

Keywords: Covid-19 pandemic; Performance; DEA; Fixed Income Investment Funds.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Funcionamento de um Sistema Financeiro	11
Figura 2 - Sistema Financeiro Nacional	13
Figura 3 - Agentes econômicos do Mercado de Crédito	14
Figura 4 - Agentes econômicos no Mercado de Capitais	15
Figura 5 - Mercado Primário	15
Figura 6 - Mercado Secundário	16
Quadro 1 - Formas de Remuneração em Renda Fixa	18
Figura 7 - Fluxo de caixa de uma LTN	19
Figura 8 - Fluxo de caixa de uma NTN - B	21
Figura 9 - Operações Ativa e Passiva	21
Figura 10 - Fundos de Investimentos	25
Quadro 2 -Taxas presentes em Fundos de Investimento	26
Figura 11 - Classificação de Fundos Anbima	28
Figura 12 - Subdivisão Renda Fixa	29
Quadro 3 - Variáveis de entrada e saída	31
Figura 13 - Fronteiras CRS e VRS	33
Quadro 4 - Relação entre DMU, Nome e CNPJ dos Fundos de Investimento	37
Gráfico 1 - Desempenho mensal e média dos DMUs no período Pré-Covid	44
Gráfico 2 - Desempenho mensal e média dos DMUs no período Covid Crítico	45
Gráfico 3 - Desempenho mensal e média dos DMUs no período Pós Covid Crítico	47
Gráfico 4 - Média de performance nos três períodos	48
Gráfico 5 - Relação entre Taxa de Administração e o desempenho das DMUs	49
Gráfico 6 - Relação entre Aplicação Inicial Mínima o e o desempenho das DMUs	50
Gráfico 7 - Relação entre Quantidade de Meses e o desempenho das DMUs	51
Gráfico 8 - Relação entre Número de Cotistas e o desempenho das DMUs	52
Gráfico 9 - Relação entre Patrimônio Líquido e o desempenho das DMUs	53
Gráfico 10 - Relação entre Volatilidade e o desempenho das DMUs	54
Gráfico 11 - Relação entre Retorno e o desempenho das DMUs	55
Gráfico 12 - Relação entre Saldo e o desempenho das DMUs	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média e Desvio Padrão dos Fundos de Investimento.....	37
Tabela 2 - Desempenho mensal (DEA-W) dos Fundos de Investimento	39
Tabela 3 - Desempenho mensal e Regressão Tobit para o período Pré-Covid.....	43
Tabela 4 - Desempenho mensal e Regressão Tobit para o período Covid Crítico	45
Tabela 5 - Desempenho mensal e Regressão Tobit para o período Pós Covid Crítico.	46

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 Sistema Financeiro	11
2.1.1 SFN - Sistema Financeiro Nacional	12
2.1.2 Mercado de Crédito e Mercado de Capitais	13
2.1.3 Mercado Primário e Secundário de Títulos	15
2.2 Principais classes de investimento no Brasil	16
2.2.1 Renda Fixa	16
2.2.2 Principais Índices e taxas utilizados	17
2.3 Formas de remuneração dos títulos de renda fixa no Brasil	17
2.4 Títulos de Renda Fixa	18
2.4.1 Títulos Públicos.....	18
2.4.1.1 Letras do Tesouro Nacional (LTN).....	19
2.4.1.2 Letras Financeiras do Tesouro (LFT)	20
2.4.1.3 Notas do Tesouro Nacional Série B (NTN-B).....	20
2.4.2 Títulos Bancários	21
2.4.2.1 Certificado de Depósito Bancário (CDB).....	22
2.4.2.2 Letra Financeira (LF)	22
2.4.3 Títulos Privados	22
2.4.3.1 Debêntures.....	22
2.5 Tipos de Riscos	23
2.5.1 Risco de Mercado	24
2.5.2 Risco de Crédito	24
2.5.3 Risco de Liquidez.....	24
2.6 Fundos de Investimento	25
2.6.1 Classificação de Fundos de Investimento da Anbima	27
3 METODOLOGIA	30
3.1 Fases da pesquisa	30
3.2 Justificativa dos Fundos e Período de Tempo utilizados na pesquisa	30
3.3 Determinação das variáveis	31
3.4 Instrumentos de mensuração	31
3.4.1 Modelo DEA.....	32
3.4.2 DEA-SBM e Windows	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1 Descrição dos fundos usados	37

4.2 Desempenho dos Fundos	39
5 CONCLUSÃO	57
REFERÊNCIAS	59

1 INTRODUÇÃO

No último levantamento feito pela Economática (2018), o número de fundos de investimentos no Brasil passava de 17.000. Ainda segundo a Economática (2019), a indústria de fundos de investimento no Brasil terminou dezembro de 2019 com R\$5,02 trilhões de patrimônio.

Desses mais de R\$5 trilhões investidos em fundos de investimentos, 74,26% estão em fundos de renda fixa, conhecidos por serem normalmente indicados a investidores conservadores, isto é, investidores que geralmente não gostam de correr riscos.

No entanto, com a chegada da pandemia do novo Coronavírus no Ocidente em fevereiro e março de 2020, os preços de diversos ativos como *commodities*, ações e títulos de renda fixa desabaram ao redor do mundo, impactando também fundos de renda fixa, o que assustou muitos investidores conservadores, desacostumados com retornos negativos.

De acordo com o portal Valor Investe (2020), 74,5% dos fundos de renda fixa brasileiros tiveram rentabilidade negativa ou menor que o *benchmark* entre 1º de janeiro e 31 de maio de 2020.

Nesse contexto, num cenário onde poucos fundos de investimento de renda fixa apresentaram bom desempenho, percebe-se a necessidade de entender quais fatores podem ter maior ou menor peso para a performance dos fundos de renda fixa, como por exemplo: quantidade de cotistas, retorno, volatilidade, taxa de administração, experiência do gestor entre outros. Portanto, indaga-se: Qual é o impacto da pandemia na performance de fundos de investimento em renda fixa?

Então, o objetivo geral da presente pesquisa é analisar o impacto da pandemia na performance de fundos de renda fixa, utilizando a metodologia DEA. Para isso, os objetivos específicos são: descrever os principais títulos de renda fixa, explicar os riscos envolvidos em fundos de investimentos, coletar dados de fundos no ano de 2020 e, por último, analisar esses dados com a metodologia DEA.

No primeiro capítulo e segundo capítulo, são descritos os principais conceitos sobre o mercado de investimentos brasileiro, tais como: agentes econômicos envolvidos, principais índices e títulos de renda fixa, categorias de fundos de investimento e seus tipos de risco.

No terceiro capítulo, é explicado sobre o modelo DEA e DEA Windows. Já no quarto capítulo os resultados são expostos e analisados.

Por fim, no quinto capítulo é feita a conclusão do trabalho, explicando as limitações e recomendações para futuras pesquisas.

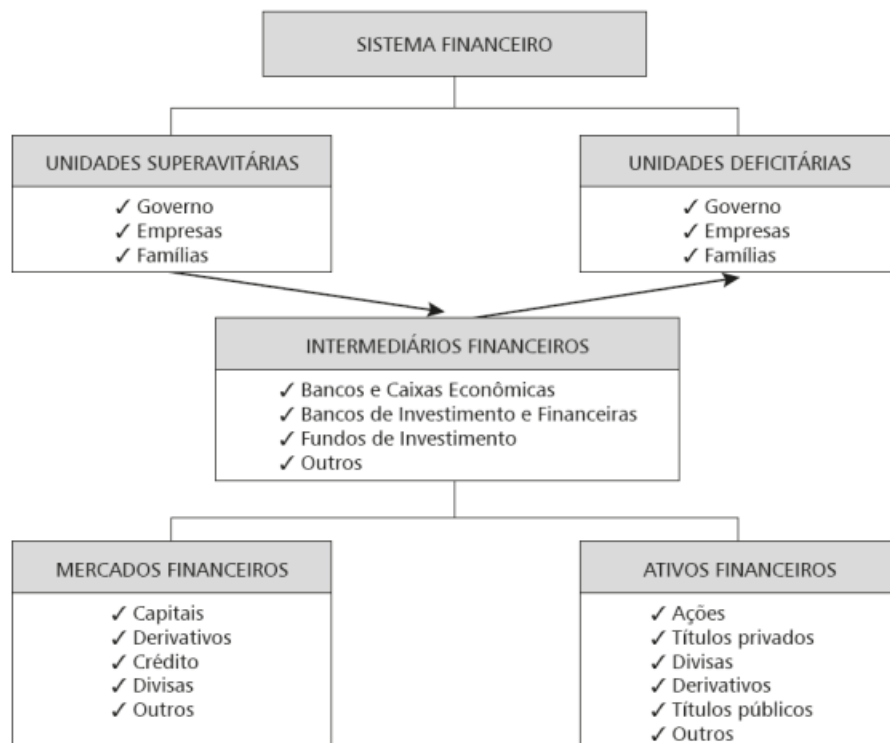
2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Sistema Financeiro

De acordo com Pinheiro (2019), o sistema financeiro de um país é um conjunto de instituições que tem como função transferir recursos dos poupadores, ou seja, aqueles que dispõem de recursos financeiros, para os tomadores ou investidores, ou seja, aqueles que carecem de recursos para suas atividades de produção ou de consumo.

O sistema financeiro também é responsável pelas políticas monetária, creditícia, cambial e fiscal que regulam seu funcionamento. A Figura 1 apresenta um esquema genérico do funcionamento de um sistema financeiro. De um lado estão os poupadores (unidades superavitárias) e do outro lado os tomadores (unidades deficitárias). Os responsáveis por direcionar os recursos das unidades superavitárias para as deficitárias são os intermediários financeiros, como Bancos e Caixa Econômicas, que fazem esse direcionamento de recurso através de ativos financeiros, como ações, títulos privados e outros.

Figura 1 - Funcionamento de um Sistema Financeiro



Fonte: Pinheiro (2013, p.38)

Pinheiro (2019) ainda ressalta que o mau funcionamento do sistema financeiro pode gerar vários problemas, como, por exemplo, encarecimento dos recursos financeiros, incerteza do nível de preços que acabam inutilizando previsões econômicas, elevação do custo do dinheiro devido a alteração das funções das instituições financeiras, gerando descrença da população, entre outros.

2.1.1 SFN - Sistema Financeiro Nacional

De acordo com Assaf Neto (2018), o Sistema Financeiro Nacional é composto por um grupo de instituições financeiras públicas e privadas e, de forma resumida, pode ser entendida como sendo responsável por criar regras e transferir recursos de poupadores para tomadores.

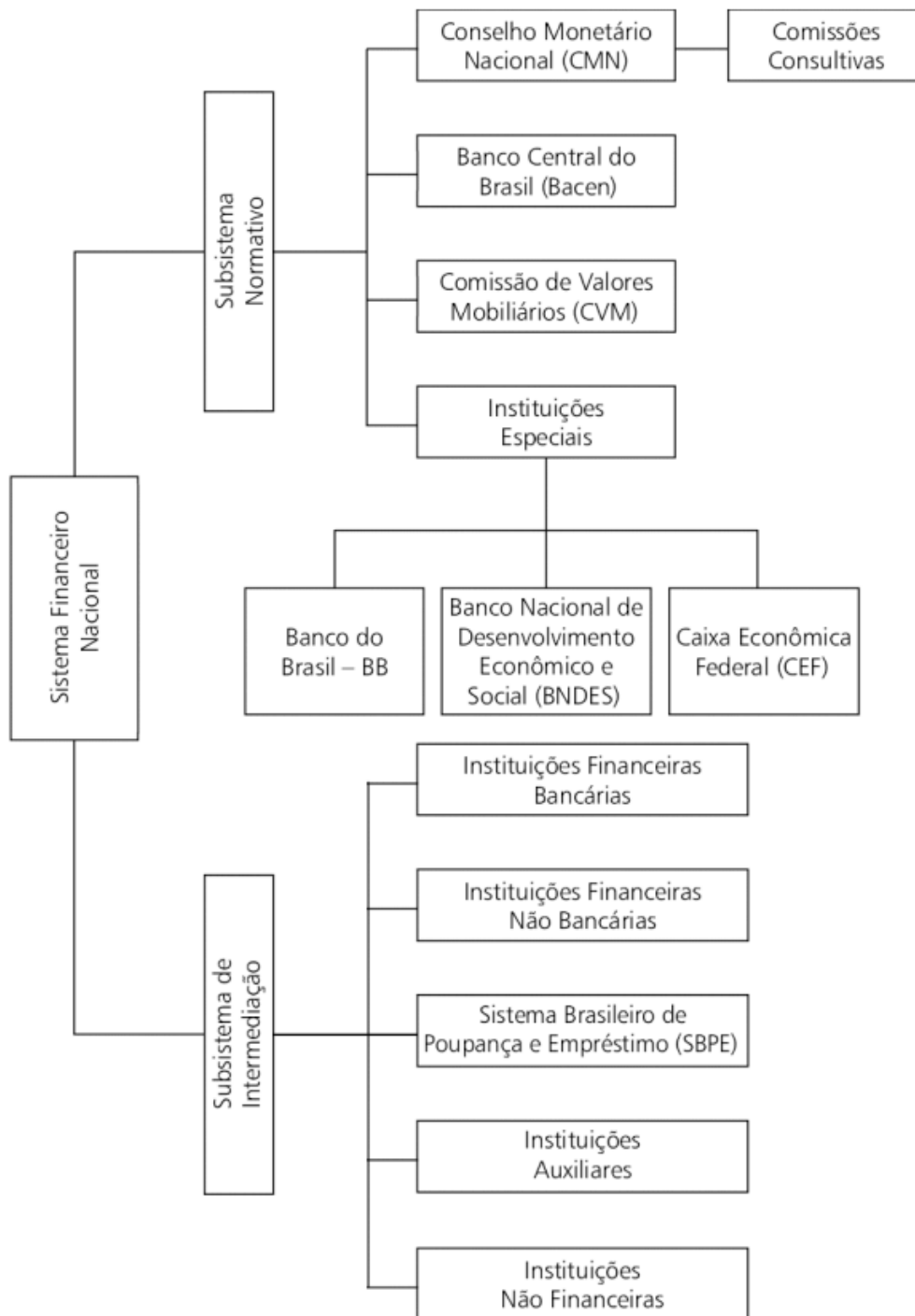
Portanto, Assaf Neto (2018) divide o Sistema Financeiro Nacional em dois subsistemas: subsistema normativo e subsistema de intermediação financeiras. O subsistema normativo compreende instituições que estabelecem diretrizes básicas e executam as regras de funcionamento, além de fiscalizar as instituições que o compõe.

O órgão máximo do subsistema normativo é o Conselho Monetário Nacional (CMN), porém, outros órgãos importantes desse subsistema são o Banco Central do Brasil (Bacen) e Comissão de Valores Mobiliário (CVM), além de instituições que são classificadas como especiais, como Banco do Brasil, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e Caixa Econômica Federal.

O subsistema de intermediação financeira integra instituições que de fato promovem a transferência de recursos entre tomadores e poupadores, respeitando as orientações e regras definidas pelo subsistema normativo. Os principais integrantes são as instituições financeiras bancárias e não bancárias, instituições que compõem o Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo, entre outras instituições.

A Figura 2 mostra os participantes que integram o Sistema Financeiro Nacional e os dois subsistemas.

Figura 2 - Sistema Financeiro Nacional



Fonte: Assaf Neto (2011, p.39)

2.1.2 Mercado de Crédito e Mercado de Capitais

Segundo Assaf Neto (2018), os poupadores são os agentes econômicos, pessoas físicas ou jurídicas, que deixam de consumir bens e serviços no presente para consumir no futuro. Portanto, esse recurso que não foi utilizado, também

chamado de poupança, fica disponível para financiar investimentos, podendo ser emprestado aos tomadores, agentes econômicos com carência de capital para investimento.

Os agentes econômicos responsáveis por direcionar essa poupança dos poupadores para os tomadores são os intermediadores, que fazem isso através da emissão de diversos títulos. De acordo com a CVM (2014) esse é o chamado Mercado de Crédito, e neste caso, os intermediadores assumem o risco da operação. A relação entre esses agentes econômicos está indicada na Figura 3, onde o poupador investe no presente num título do Intermediário Financeiro para receber determinada rentabilidade no futuro. Já o tomador, recebe o dinheiro no presente, para pagar com juros, no futuro, ao intermediário Financeiro.

Assaf Neto (2018) complementa dizendo que o Mercado de Crédito supre, principalmente, a necessidade de caixa de curto e médio prazo de pessoas físicas ou jurídicas e os principais intermediários no mercado de crédito são os bancos comerciais e múltiplos.

Figura 3 - Agentes econômicos do Mercado de Crédito



Fonte: CVM (2014, p.35)

Por outro lado, no chamado Mercado de Capitais, o poupador empresta diretamente ao tomador de recursos. A presença de uma instituição financeira é apenas para prestação de serviços, não assumindo responsabilidade pelas obrigações acordadas entre poupador e tomador. Essa relação é indicada na Figura 4, na qual o poupador investe num título emitido diretamente pelo tomador, com promessa de receber o valor investido acrescido de juros no futuro.

Assaf Neto (2018) acrescenta que o Mercado de Capitais é usado principalmente em operações de médio e longo prazo, como os títulos de dívida denominados como Debêntures. Ou então de prazo indeterminado, como as Ações.

Figura 4 - Agentes econômicos no Mercado de Capitais



Fonte: CVM (2014, p.35)

2.1.3 Mercado Primário e Secundário de Títulos

De acordo com Assaf Neto (2018), o mercado primário é quando a colocação do título é feita pela primeira vez no mercado, ou seja, é uma negociação direta entre o emissor do título, investidor e intermediário financeiro.

De acordo com CVM (2005), é no mercado primário que os recursos são direcionados dos poupadores para os tomadores, conforme ilustrado na Figura 5, onde companhias abertas emitem títulos que são comprados por investidores.

Figura 5 - Mercado Primário

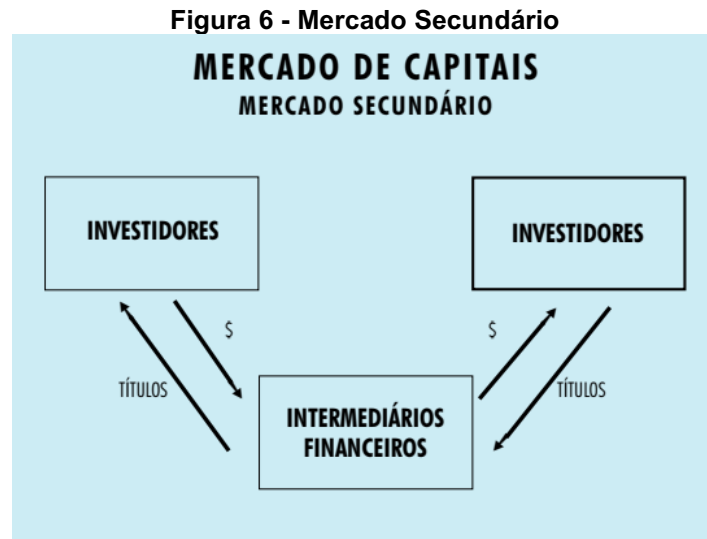


Fonte: CVM (2005, p.8)

Finalizada a etapa de emissão do título no mercado primário, de acordo com CVM (2005) os investidores podem revender antecipadamente os títulos adquiridos para outros investidores que estão interessados em comprar, formando assim o

chamado mercado secundário, local onde ocorre compra e venda de títulos entre os investidores.

Em resumo, Assaf Neto (2018) afirma que o mercado secundário é o local onde ocorre a renegociação dos títulos comprados no mercado primário para terceiros, conforme ilustrado na Figura 6.



Fonte: CVM (2005, p.10)

De forma resumida, Pinheiro afirma sobre o mercado primário e secundário:

As unidades deficitárias emitem nos mercados títulos dirigidos às unidades superavitárias que desejam emprestar sua liquidez em troca de um rendimento através de emissões no mercado primário. Uma vez que os títulos emitidos começam a ser negociados, esse mercado passa a se chamar mercado secundário (PINHEIRO, 2019, p.50).

2.2 Principais classes de investimento no Brasil

2.2.1 Renda Fixa

De acordo com Perlin (2019), a renda fixa é um contrato financeiro padronizado entre duas partes. A parte compradora geralmente é o investidor buscando rentabilizar o capital, e a parte vendedora, geralmente uma instituição buscando financiar suas atividades. Neste contrato estão definidas as regras que precisam ser cumpridas pelas partes.

Em resumo, o investidor ao investir em renda fixa, está emprestando dinheiro a uma instituição, que pode ser o governo federal, banco ou empresa privada. O termo “contrato financeiro” será utilizado como título daqui em diante.

2.2.2 Principais Índices e taxas utilizados

Alguns índices são importantes para calcular a rentabilidade dos títulos de renda fixa: Selic, Certificado de Depósito Interbancário (CDI) e Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA)

Segundo Assaf Neto (2018), A Selic é a taxa básica de juros da economia, importante instrumento do Banco Central Brasileiro para controle da inflação. A definição da taxa Selic é complexa e essencial para o crescimento da economia. Se a Selic estiver acima de certo valor recomendável para a economia, desincentiva o investimento produtivo, provocando retração econômica. Por outro lado, se estiver abaixo de determinado valor considerado recomendável, promove um grande incentivo ao consumo, gerando inflação.

Ainda, de acordo com Assaf Neto (2018), o CDI (Certificado de Depósitos Interfinanceiros) é um título negociado exclusivamente entre instituições financeiras para troca de posição financeira. Além disso, a taxa CDI também é usada como referência para a rentabilidade para Títulos de Renda Fixa e na prática, a Taxa Selic citada no parágrafo anterior e a Taxa CDI são muito próximas.

Por fim, Perlin (2019) escreve que o IPCA (Índice de Preços ao Consumidor Amplo) é um índice de inflação composto por diversos produtos do nosso cotidiano. Além disso, também é usado pelo mercado financeiro como índice para Títulos de Renda Fixa.

2.3 Formas de remuneração dos títulos de renda fixa no Brasil

Segundo Assaf Neto (2018), o mercado financeiro brasileiro remunera os títulos de renda fixa de três formas: prefixada, pós-fixada e indexada a inflação.

Segundo Perlin (2019), na remuneração prefixada o investidor já sabe na hora do investimento qual vai ser o valor que vai receber no vencimento, caso carregue o título até o vencimento. Fortuna (2018) ainda acrescenta que o fluxo de caixa dos títulos prefixados não é corrigido por nenhum indexador.

Sobre a remuneração pós-fixada, Perlin (2019) destaca que o investidor não sabe exatamente qual vai ser o valor resgatado. Isso se deve, pois, o valor final de resgate será calculado com base em algum índice financeiro, tal como índices de

inflação ou CDI. Fortuna (2018) acrescenta que a taxa de rentabilidade depende do desempenho de seu indexador.

Por fim, a rentabilidade indexada à inflação, é uma mistura de remuneração pré-fixada e pós-fixada, atrelada a um índice de inflação (ASSAF NETO, 2018). Fortuna (2018) ainda destaca que, normalmente, o fluxo de caixa é atualizado pela variação do IPCA ou IGP-M.

O Quadro 1 mostra cada forma de rentabilidade citada, além de exemplos.

Quadro 1 - Formas de Remuneração em Renda Fixa

Forma de Remuneração	Exemplo
Pré-fixada	6% ao ano
Pós-fixada	CDI + 2% ao ano
	120% do CDI ao ano
Inflação	IPCA + 4% ao ano

Fonte: Autoria própria

2.4 Títulos de Renda Fixa

2.4.1 Títulos Públicos

Segundo Fortuna (2018), através da Secretaria do Tesouro Nacional, o governo capta recursos emitindo novos títulos no mercado. Atualmente, os três principais títulos emitidos são as LTNs (Letras do Tesouro Nacional), LFTs (Letras Financeiras do Tesouro) e NTNs (Notas do Tesouro Nacional), com diferentes características de prazo e remuneração, mas todos cumprem o mesmo objetivo, que é financiar as atividades do governo.

Assaf Neto (2018) destaca que uma das formas do governo se financiar é emitindo títulos no mercado primário. A venda de títulos no mercado primário é feita via leilão entre o governo e instituições financeiras. Depois disso, essas instituições podem vender esses títulos no mercado secundário para pessoas físicas ou fundos de investimento.

Segundo Tesouro Direto (2017), caso o investidor queira se desfazer do título antes do vencimento, é garantida a recompra pelo Tesouro Direto a preço de mercado, não estando garantido a rentabilidade acordada no momento da compra.

Fortuna (2018) ainda destaca a importância dos Títulos Públicos como *benchmarking* para os títulos privados, como os Títulos Bancários e de Crédito Privados.

2.4.1.1 Letras do Tesouro Nacional (LTN)

A LTN, também conhecida como Tesouro Prefixado, é um título da categoria prefixado e, segundo o Tesouro Direto (2017), uma das principais características desse título é que é possível saber exatamente quanto vai se receber no vencimento. A Figura 7 indica o fluxo de caixa esperado na compra de um título inteiro, no momento da compra, o investidor compra o título por determinado preço e já sabe que na data de vencimento o valor bruto que vai receber será R\$1000, esse valor também é conhecido como valor de face, que nada mais é que o valor investido somado aos rendimentos no período.

Também é possível adquirir o título com opção de pagamento de juros semestrais.

Figura 7 - Fluxo de caixa de uma LTN



Fonte: Tesouro Direto (2017, p.26)

2.4.1.2 Letras Financeiras do Tesouro (LFT)

Também conhecido como Tesouro Selic, segundo Fortuna (2018), é um título da categoria pós-fixada, pois é indexado à taxa Selic. Varanda Neto (2019) acrescenta que o título é negociado com ágio ou deságio, dependendo das condições da dívida pública federal e a percepção de risco dos investidores.

Para entender esse mecanismo, Varanda Neto explica:

Esse ágio ou deságio representa a remuneração acima ou abaixo da taxa Selic a ser recebida por um investidor que fique com o papel até o vencimento. Assim, por exemplo, uma LFT com vencimento em 530 dias, negociada a uma taxa de 0,10% a. a. vai render ao investidor uma remuneração igual à taxa Selic média dos próximos 530 dias mais 0,10% a.a., aproximadamente. (VARANDA NETO, 2019, p.88)

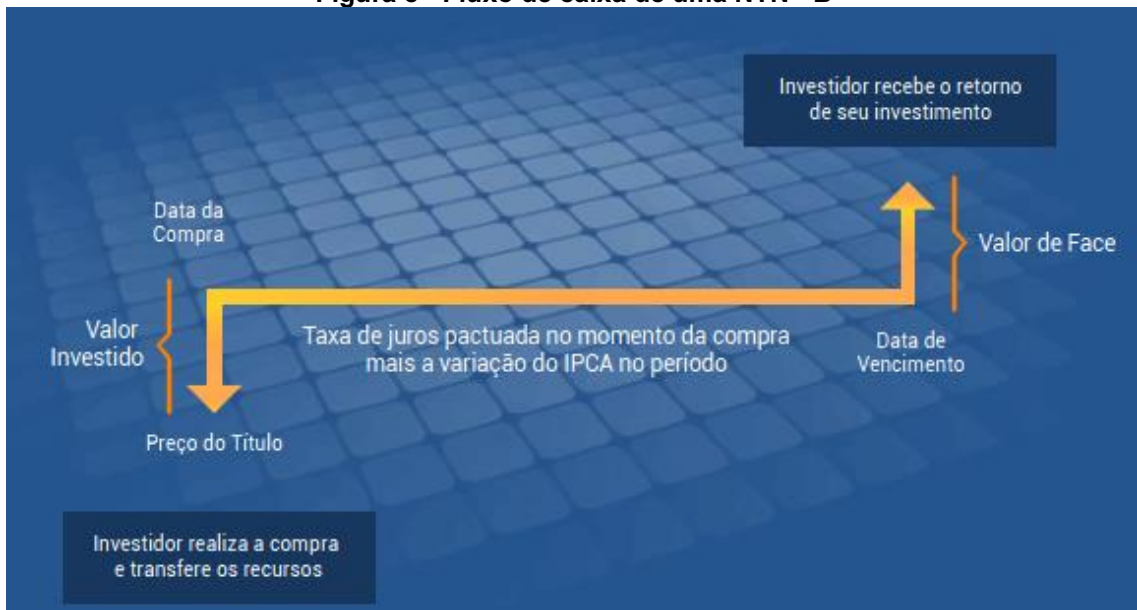
A LFT só tem a opção de receber os juros no vencimento.

2.4.1.3 Notas do Tesouro Nacional Série B (NTN-B)

Também conhecido como Tesouro IPCA, segundo Fortuna (2018), é um título da categoria atrelado a inflação, pois é indexado ao Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo – IPCA. Da mesma forma que a LFT, a rentabilidade do título depende tanto do indexador (IPCA), quanto do ágio ou deságio pago no momento da compra.

Também é possível adquirir o título com opção de pagamento de juros semestrais, conhecido como Tesouro IPCA +. A Figura 8 ilustra o fluxo de caixa do título com juros pagos apenas no vencimento, onde o investidor investe determinado valor e na data de vencimento recebe o valor do IPCA do período mais uma taxa prefixada contratada. Esse valor é chamado de Valor de Face.

Figura 8 - Fluxo de caixa de uma NTN - B



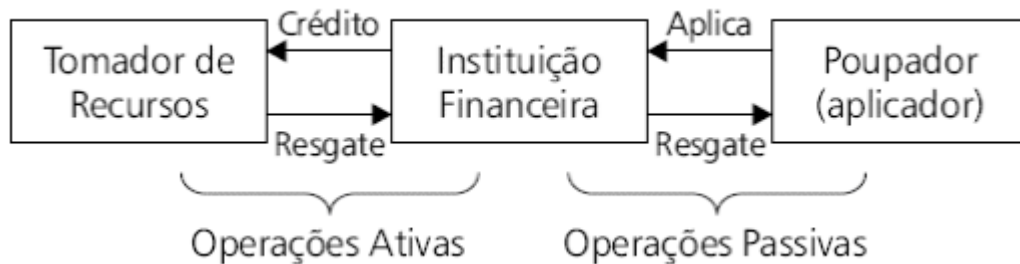
Fonte: Tesouro Direto (2017, p.33)

2.4.2 Títulos Bancários

Segundo Assaf Neto (2018), nos títulos bancários, uma instituição financeira recebe recursos do poupador, sendo obrigada a devolver esses recursos mais juros no vencimento. É uma operação passiva, ficando a instituição financeira devedora dos recursos captados.

Com esses recursos captados, a instituição financeira faz operações de empréstimos para tomadores que precisam de recursos. Neste caso, é uma operação ativa, ficando a instituição financeira credora dos recursos emprestados. Essa dinâmica é mostrada na Figura 9.

Figura 9 - Operações Ativa e Passiva



Fonte: Assaf Neto (2018, p.82)

Assaf Neto (2018) ainda acrescenta que as taxas cobradas nas operações ativas geralmente são mais altas do que nas passivas, essa diferença é chamada de

spread. Além disso, para atender a regulamentações do Banco Central, uma parte dos recursos captados devem ser direcionados para setores específicos da economia, como o setor rural, de infraestrutura e habitacional.

Os Títulos mais comuns são os Certificados de Depósito Bancário (CDBs), Letras de Crédito Imobiliário (LCIs), Letras de Créditos do Agronegócio (LCAs) e Letras Financeiras (LFs).

2.4.2.1 *Certificado de Depósito Bancário (CDB)*

Segundo Fortuna (2018), o Certificado de Depósito Bancário é importante forma de captação de recursos utilizada pelos bancos. Muito utilizada por pessoas físicas e jurídicas como forma de rentabilizar o capital e utilizados pelo banco para oferecer como empréstimo aos clientes.

2.4.2.2 *Letra Financeira (LF)*

Segundo Fortuna (2018), existem duas categorias de LFs. As subordinadas com investimento mínimo de R\$300 mil e que tem vínculo com o capital da instituição financeira e a não subordinada, com investimento mínimo de R\$50 mil e sem vínculo com o capital social.

Apesar da semelhança com os CDBs, Fortuna acrescenta que a essência é diferente, tanto pelo prazo, geralmente mais longo das LFs, quanto pelos investidores, que nas LFs geralmente são investidores institucionais, como os fundos de investimento, por exemplo.

Essas características trazem algumas vantagens para o banco que emite a LF, pois segundo Neto (2018), o valor captado não está sujeito a depósito compulsório, fazendo uma forma de *fundraising* mais longa para o banco. Neto (2018) ainda acrescenta que as LFs têm como objetivo alongar o perfil de captação dos bancos, auxiliando em operações com prazo maiores, como por exemplo, crédito imobiliário.

2.4.3 Títulos Privados

2.4.3.1 *Debêntures*

Segundo Fortuna (2018), Debêntures são títulos emitidos por sociedades anônimas não financeiras, de capital aberto ou fechado. Essas companhias emitem os títulos no mercado para captar recursos para médio e longo prazo, normalmente para financiar projetos de investimento ou alongar o perfil da dívida.

Fortuna (2018) ainda resume que, uma Debênture é uma forma de financiamento através de empréstimo de longo prazo, onde os compradores de debêntures (investidores) são credores da companhia que emite o título.

Pinheiro (2018) ainda destaca as Debêntures Incentivadas, título criado em 2011 para incentivar o mercado de financiamento privado de longo prazo. Para atrair investidores, nesse título não se paga imposto de renda.

2.5 Tipos de Riscos

Para Jorion (2010), risco é definido como a variabilidade de resultados inesperados. Guasti Lima (2018), acrescenta que o risco pode ser originado por várias fontes, como, por exemplo, atitudes dos seres humanos, inflação, ganância por maiores retornos, guerras, alterações das políticas dos governos, crises econômicas e alterações em regulamentações. Por fim, Virginia (2018) complementa a definição de risco ao escrever que é uma dispersão de resultados inesperados decorrente do movimento das variações financeiras; assim, o desvio, tanto positivo quanto negativo, deve ser considerado como fonte de risco.

Essas incertezas causam variações nos investimentos e podem ser maiores ou menores, dependendo do tipo de investimento e a sensibilidade aos fatores de risco. Esse tipo de risco, que impacta os investimentos, é denominado risco financeiro e conforme Securato (1996) é classificado em cinco categorias: risco de mercado, risco de crédito, risco de liquidez, risco operacional e risco legal. No presente trabalho, serão estudados apenas os riscos de mercado, de crédito e de liquidez.

Segundo Guasti Lima (2018), o risco de mercado é o risco decorrente das variações dos preços dos ativos e, geralmente, está associado com flutuações na taxa de juros, *commodities*, câmbio, preço de ações entre outras variáveis. Sobre o risco de crédito, Guasti Lima (2018) afirma que é o risco relacionado ao não recebimento do valor monetário de uma contraparte. Por fim, sobre o risco de liquidez, Guasti Lima (2018) escreve que é o risco de não conseguir comprar ou vender determinado ativo no mercado pelo preço justo.

Embora seja possível segregar cada tipo de risco individualmente, Guasti Lima (2018) escreve que, na prática, os riscos aparecem de forma combinada, podendo mais de um tipo de risco estar presente em determinada situação.

2.5.1 Risco de Mercado

Segundo Gianbiagi (2018), o risco de mercado é gerado por incertezas em diversas variáveis de mercado que podem impactar os investimentos. No caso da Renda Fixa, o risco de mercado pode se apresentar na variação da taxa de juros futuras negociadas no mercado, podendo impactar em títulos como Debêntures, por exemplo.

Para *commodities*, ações e moedas, o risco de mercado está relacionado com a probabilidade da cotação desses ativos cair.

2.5.2 Risco de Crédito

Segundo Gianbiagi (2018), o risco de crédito é a possibilidade do emissor de determinado título de renda fixa não pagar os cupons ou o principal da dívida. Para tentar mitigar isso, existem empresas especializadas como S&P, Moody's e Fitch, que analisam diversas informações sobre determinada empresa emissora de dívida e atribuem uma nota a ela, chamada de *rating*.

Virginia (2018) acrescenta que dois fatores podem se tornar um problema para empresas públicas e privadas: o montante da dívida em relação ao tamanho do emissor e quão alto é a taxa de juros da dívida.

2.5.3 Risco de Liquidez

Perlin (2019) define liquidez como capacidade de transformar um contrato financeiro em caixa sem precisar oferecer desconto no preço.

Portanto, Giabiagi (2018) define que risco de liquidez é impossibilidade de vender o ativo pelo seu preço justo.

2.6 Fundos de Investimento

A CVM define Fundos de Investimentos da seguinte forma:

Fundo de Investimento é uma comunhão de recursos, captados de pessoas físicas ou jurídicas, com o objetivo de obter ganhos financeiros a partir da aplicação em ativos financeiros, bens e direitos de qualquer natureza, que são de todos os investidores, na proporção de seus investimentos. Seu objetivo, portanto, é promover a aplicação coletiva dos recursos de seus participantes. (CVM, 2019, p.94)

De forma mais clara, CVM (2016) escreve que os recursos financeiros de vários investidores são reunidos em um único fundo. Esses recursos são investidos conjuntamente em diversos tipos de títulos, de acordo com uma política de investimentos de cada fundo.

Assaf Neto (2018) acrescenta que os Fundos de Investimentos são divididos em participações, nominadas como cotas. Cada cota corresponde uma fração do Fundo, portanto, ao somar todas as cotas presentes no fundo, chega-se ao patrimônio total. Esse patrimônio é então convertido na compra de ativos.

A Figura 10 ilustra de forma resumida essa dinâmica. Os investidores compram cotas de determinado Fundo de Investimento, que por sua vez converte na compra de ativos, que podem ser títulos públicos, títulos bancários, títulos privados, ações, moedas, *commodities* entre outros.



Fonte: XP Investimentos (2020)

De acordo com Fortuna (2018), a gestão de um Fundo de Investimento é um trabalho feito em equipe, envolvendo diversas pessoas e instituições. Os participantes normalmente são: Administrador, Gestor, Custodiante, Distribuidores e Auditor independente.

O Administrador é encarregado por todas as obrigações administrativas, legais e operacionais do Fundo. Sobre o Gestor, Assaf Neto (2018) escreve que é

responsável por escolher os ativos que compõe a carteira, isto é, decide qual ativo comprar ou vender, de acordo com a política e objetivo do Fundo, representando os cotistas.

Segundo Fortuna (2018), o Custodiante é encarregado pelo registro, liquidação e exercício dos direitos e obrigações dos ativos do Fundo. Os Distribuidores são responsáveis pela captação de recursos dos investidores. Por fim, de acordo com Pinheiro (2019), o Auditor independente é responsável por auditar as Demonstrações Financeiras do Fundo.

A remuneração de todos esses participantes é feita de duas formas. A primeira, presente em todos os fundos, é a Taxa de Administração, que segundo Fortuna (2018) incide sobre o patrimônio total do fundo diariamente e remunera todos os participantes citados. De acordo com Assaf Neto (2018), quem determina o percentual dessa taxa é a Administradora do Fundo, sendo mencionada no regulamento do Fundo, além disso, é cobrada independentemente da rentabilidade obtida.

A segunda forma, presente em alguns fundos, é a taxa de performance, segundo Fortuna (2018), também conhecida como *success fee*, é a taxa cobrada do cliente que remunera o gestor, caso o fundo supere a rentabilidade de um indicador ou *benchmark* predefinido. Normalmente, é cobrada a cada seis meses

A função e alguns exemplos dessas duas taxas são mostrados no Quadro 2.

Quadro 2 -Taxas presentes em Fundos de Investimento

Taxa	Função	Exemplo
Administração	Remunerar os prestadores de serviço do fundo – Administrador, Gestor, Custodiante, Distribuidores e Auditor Independente	1% ao ano
Performance	Remunerar o Gestor do Fundo caso supere o benchmark	20% do que exceder o Ibovespa no período O tanto que exceder 120% do CDI no período

Fonte: Autoria Própria

2.6.1 Classificação de Fundos de Investimento da Anbima

Segundo a Anbima (2015), a classificação de fundos foi criada para atender a sofisticação e criação de novos produtos que aconteceram na indústria de fundos de investimento nos últimos anos. Foi criada junto a vários participantes do mercado financeiro, como investidores, estrategistas, gestores e distribuidores.

Com a classificação, a técnica de selecionar, comparar e monitorar é potencializada, permitindo a análise de um subconjunto de fundos com os mesmos atributos, comparar com outras opções de investimento ou benchmarks, trazendo todas as informações relevantes para quem analisa, compara ou escolhe um fundo de investimento.

Para a Anbima (2015), a classificação é embasada em três pilares: i) refletir e aproveitar boas práticas do mercado mundial, ii) oferecer aderências às estruturas e às práticas de negócio do mercado brasileiro, iii) adotar lógica baseada no processo de investimento, facilitando o processo de orientação.

A classificação leva em conta principalmente três elementos: prazo, risco e estratégias do fundo. Para facilitar, isso é feito em três níveis, que buscam refletir a lógica do processo de investimento, partindo da escolha das classes de ativos até chegar nas estratégias mais específicas. Para Anbima (2015) essa hierarquia cria um caminho que orienta a decisão e conduz ao maior alinhamento entre os anseios do investidor e os produtos disponíveis para ele.

O primeiro nível é referente a classe de ativos. No segundo nível mostra-se o tipo de gestão e risco relacionado ao fundo. Por último, o terceiro nível é detalhado a estratégia do fundo. Esses níveis são mostrados com detalhe na Figura 11.

Figura 11 - Classificação de Fundos Anbima

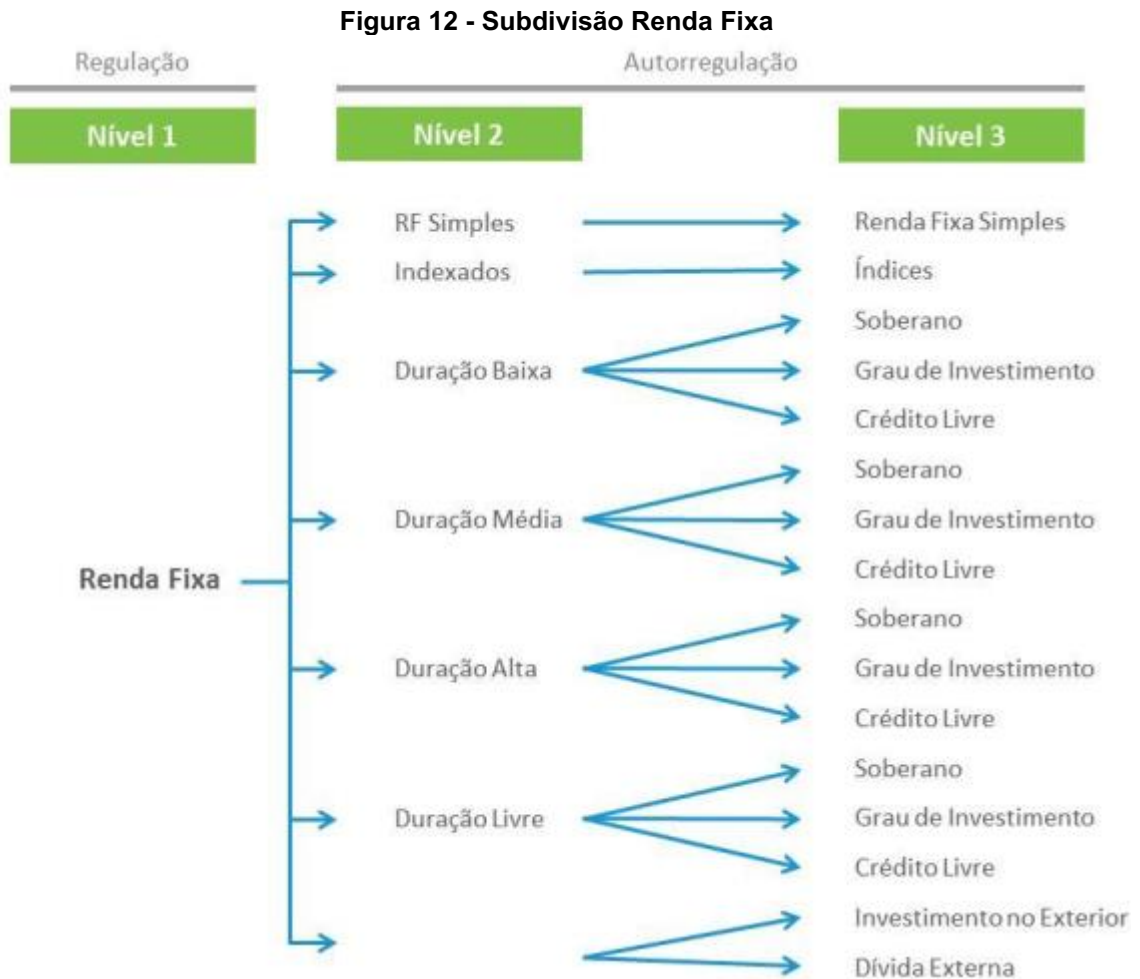
FRAME DA CLASSIFICAÇÃO DE FUNDOS			
Regulação	Regulação		
	Nível 1	Nível 2	Nível 3
RENDA FIXA	SIMPLES	RENDA FIXA SIMPLES	
	INDEXADO	ÍNDICES	
	BAIXA DURAÇÃO MÉDIA DURAÇÃO ALTA DURAÇÃO LIVRE DURAÇÃO	SOBERANO GRAU DE INVESTIMENTO CRÉDITO LIVRE	
	INVESTIMENTO NO EXTERIOR	INVESTIMENTO EXTERIOR DÍVIDA EXTERNA	
AÇÕES	INDEXADO	ÍNDICES	
	ATIVO	VALOR / CRESCIMENTO DIVIDENDOS SUSTENTABILIDADE / GOVERNANÇA SMALL CAPS ÍNDICE ATIVO SETORIAIS LIVRE	
	ESPECÍFICOS	FMP-FGTS FECHADOS DE AÇÕES MONO AÇÕES	
	INVESTIMENTO NO EXTERIOR	INVESTIMENTO NO EXTERIOR	
MULTIMERCADO	ALOCAÇÃO	BALANCEADOS DINÂMICOS	
	ESTRATÉGIA	MACRO TRADING LONG AND SHORT NEUTRO LONG AND SHORT DIRECIONAL JUROS E MOEDAS LIVRE CAPITAL PROTEGIDO ESTRATÉGIA ESPECÍFICA	
	INVESTIMENTO NO EXTERIOR	INVESTIMENTO EXTERIOR	
CAMBIAL	CAMBIAL	CAMBIAL	

Fonte: Anbima (2015, p.27)

Após a escolha de Renda Fixa no nível 1, no nível 2 os fundos de renda fixa são classificados de acordo com o tipo de gestão (passiva ou ativa). Os fundos RF Simples investem 95% em Títulos Públicos e os fundos Indexados investem em índices (gestão passiva). Para o restante dos fundos, considerados de gestão ativa, a classificação é ainda dividida de acordo com a duração média ou *duration* dos títulos da carteira, mostrando o risco de mercado do fundo, podendo ser baixa, média, alta ou livre.

No nível 3, os fundos são classificados conforme a exposição ao risco de crédito. Para os selecionados como gestão ativa no nível 2, as opções são risco Soberano, Grau de Investimento e Crédito Livre. Os de risco Soberano são fundos que investem 100% em títulos públicos federais do Brasil. Os de risco Grau de

Investimento investem no mínimo 80% em títulos públicos federais ou títulos com o risco equivalente. Por último, os classificados como Crédito Livre podem investir mais de 20% em títulos de médio e alto risco de crédito. Essa subdivisão é mostrada na Figura 12.



Fonte: Anbima (2015, p.9)

3 METODOLOGIA

3.1 Fases da pesquisa

Tendo em vista os objetivos do trabalho, este estudo pode ser dividido em quatro fases. A primeira fase consistiu num amplo estudo do mercado financeiro brasileiro, principalmente, no que tange à títulos de renda fixa e fundos de investimento de renda fixa. A segunda fase, foi a busca pelas categorias de fundos de investimento em renda fixa utilizadas. A terceira fase, foi a escolha das variáveis *input* e *output* a ser utilizadas no modelo DEA. E por fim, a última fase, que contém a conclusão e limitações do estudo, bem como sugestões para futuras pesquisas.

3.2 Justificativa dos Fundos e Período de Tempo utilizados na pesquisa

Conforme ilustrado na Figura 11, os fundos de investimento podem ser divididos em vários níveis. Para o presente estudo, o nível 1 escolhido foi o “Renda Fixa”, por ser o tipo de fundo de investimento de maior interesse do autor. Já no nível 2, foi escolhido a opção “Duração Alta”, pois foi a categoria que teve retornos negativos expressivos durante o início da pandemia no Brasil. Por último, no nível 3 foi escolhida a opção “Grau de investimento”, pois nessa categoria todos os títulos dentro dos fundos têm Grau de Investimento e baixo risco de calote, mitigando que a diferença em eficiência entre os fundos seja explicada por *default* de alguma empresa emissora de título de renda fixa.

Foram analisados três períodos no ano de 2020. O primeiro, chamado de “Pré-Covid”, corresponde aos meses de janeiro e fevereiro, antes do início da pandemia do Covid-19 no Brasil. O segundo, denominado de “Covid Crítico”, diz respeito aos meses de março e abril, e é importante ressaltar que o termo crítico não está relacionado ao número de mortes e casos da pandemia, mas sim relacionado ao período bastante instável dos dois meses, conforme escrito por Farina (2020). Por fim, o último período analisado é o chamado “Pós-Covid Crítico”, que corresponde aos meses de maio até dezembro de 2020.

3.3 Determinação das variáveis

Todas as variáveis utilizadas no presente estudo foram obtidas em sites públicos e de acesso gratuito. Além disso, para a escolha das variáveis consideradas *outputs* e *inputs*, foi utilizado o Modelo 3 da dissertação de Rocha (2013), a qual também trata da análise de Fundos de Investimento em renda fixa utilizando DEA. Foram adicionadas duas novas variáveis ao modelo, Aplicação Inicial Mínima em *input* e Saldo em *output*.

Nesse contexto, o Quadro 3 mostra as variáveis utilizadas. Para a entrada, considerou-se as variáveis Taxa de Administração, Cotistas, Aplicação Inicial Mínima e Volatilidade, já as variáveis de saída foram Retorno, Quantidades de Meses, Patrimônio Líquido e Saldo.

Quadro 3 - Variáveis de entrada e saída

Variáveis	Descrição das variáveis
<i>Entrada</i>	
tx_adm	Taxa de Administração
cotista	Número de cotistas
aplic_inicial	Aplicação mínima inicial
volat	desvio padrão do Retorno
<i>Saída</i>	
retorno	Rentabilidade do fundo
meses_exist	Quantidade de meses desde a abertura do fundo
pl	Patrimônio Líquido
saldo	Resultado dos aportes menos resgates do fundo

Fonte: Autoria própria

3.4 Instrumentos de mensuração

Segundo Coelli (2005), a produtividade verifica a relação entre entradas e saídas num processo produtivo e pode ser representada como a razão entre as saídas produzidas (*outputs*) e as entradas (*inputs*) utilizadas.

$$Produtividade = \frac{\sum produtos}{\sum insumos}$$

De acordo com Fidelis (2017), existem diferentes formas para avaliar a performance, como por exemplo os métodos paramétricos e os não paramétricos.

Enquanto os métodos paramétricos precisam de uma função matemática entre o *input* e *output*, nos métodos não paramétricos não há essa necessidade, visto que é possível encontrar o máximo que poderia ter sido produzido ao verificar as unidades tomadoras de decisão mais produtivas.

Assim, optou-se em utilizar com o modelo matemático DEA para obtenção dos índices de desempenho dos fundos de investimento, por (1) permitir trabalhar com múltiplas entradas e saídas sem a necessidade de conhecimento prévio; (2) identificar as DMUs que estão sobre a fronteira de eficiência (denominadas eficientes) e, a partir disso, classificar as DMUs menos eficientes (COOPER; SEIFORD; TONE, 2007).

Para determinar quais fatores (entradas e saídas do DEA) afetam significativamente o desempenho (variável dependente) utilizou-se o modelo de regressão truncada Tobit (HOFF, 2007). O modelo de regressão Tobit foi escolhido pelo fato do modelo DEA apresentar valores no intervalo $0 \leq score \leq 1$ e, normalmente, várias unidades atingem o valor 1, ou seja, é truncado em 1 (ICHINOSE; YAMAMOTO; YOSHIDA, 2013; ÇELEN, 2013; FIDELIS; COLMENERO, 2018), que foi projetado para estimar relações lineares entre as variáveis nos casos em que a variável dependente mostra censura ou truncamento à esquerda ou à direita (TOBIN, 1958).

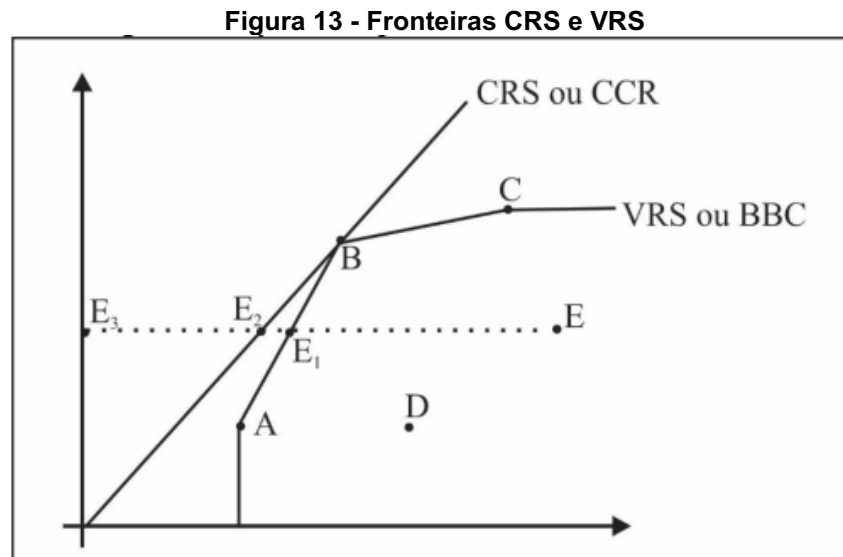
O modelo de regressão Tobit pode apresentar estimadores inconsistentes dos parâmetros sob heterocedasticidade (DEATON, 1997). Assim, utilizou-se o teste de White para verificar a heterocedasticidade dos dados

3.4.1 Modelo DEA

A Análise Envoltória de Dados (Data Envelopment Analysis – DEA) foi desenvolvida por Charnes, Cooper e Rhodes em 1978 e é uma técnica da programação linear usada para avaliar a performance de um grupo de unidades produtivas semelhantes, também conhecidas como DMUs, “*decision making units*”. Essa técnica utiliza diversas variáveis de entrada (*input*) para produzir diversas variáveis de saída (*output*), sendo possível apresentar o desempenho individual de cada DMU. As que tiverem a melhor performance, vão formar a fronteira de eficiência, por essa razão o DEA também é conhecido como Análise de Fronteiras (Charnes; Cooper; Rhodes, 1978).

Charnes, Cooper e Rhodes (1978) escrevem que, devido à natureza não paramétrica do modelo DEA, é possível, pelo menos no início, trabalhar sem as informações exatas sobre os pesos de entrada e de saída, sendo possível obter essas informações num outro momento. Porém, os resultados alcançados pelo DEA são sempre comparativos entre unidades avaliativas de um conjunto. Caso sejam adicionadas novas unidades produtivas, os índices de eficiência podem se alterar, portanto deverão ser recalculados.

Existem dois modelos clássicos no DEA: o retorno constante de escala (Constant Returns to Scale – modelo CRS ou CCR) e o retorno variável de escala (Variable Returns to Scale – modelo VRS ou BCC) (Cooper; Seiford; Tone (2007)). No modelo CRS, os autores escrevem que as variações feitas nas entradas geram variações proporcionais nas saídas, desta forma, a fronteira de eficiência é representada por uma reta, representada na Figura 13. Em contrapartida, no modelo VRS, as variações que são realizadas nas entradas produzem variações não proporcionais nas saídas, portanto, a fronteira de eficiência pode ser representada por uma curva, também representada na Figura 13.



Fonte: Cooper; Seiford; Tone (2007)

De acordo com os autores, no modelo CRS o objetivo principal pode ser expresso por:

$$n_n = \max e_i^a = \max \sum_{r=1}^s w_{j,r} y_{j,r} \quad (3.4.1.1)$$

Sujeito as restrições:

$$\sum_{r=1}^s w_{j,r} y_{j,r} - \sum_{i=1}^m v_{j,i} x_{j,i} \leq 0 \quad (3.4.1.2)$$

$$\sum_{i=1}^m v_{j,i} x_{j,i} = 1 \quad (3.4.1.3)$$

$$w_{j,r}, v_{j,i} \geq \varepsilon > 0 \quad (3.4.1.4)$$

$$x_{j,i}, y_{j,r} > 0 \quad (3.4.1.5)$$

Onde

$x_{j,i}$ São m variáveis de entrada das j DMUs

$y_{j,r}$ São n variáveis de saída das j DMUs

$v_{j,i}$ Pesos das m variáveis de entrada das j DMUs

$w_{j,r}$ Pesos das n variáveis de saída das j DMUs

e_i^a Escore de desempenho das j DMUs

Os autores acrescentam que, para obter o modelo VRS, só é necessário adicionar uma restrição $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ nas restrições do modelo CRS.

3.4.2 DEA-SBM e Windows

Cooper; Seiford; Tone (2007) apresentam algumas variações do DEA, como o DEA-SBM (*Slack Based Measure*) e o DEA Windows, apresentados a seguir.

Ainda de acordo com os autores, o DEA-SBM verifica os excessos (*Slacks*) de insumos ou falta de produtos utilizado por alguma DMU, que pode estar em alguma região da fronteira classificada como não eficiente por causa dessa folga. Desta forma, o DEA-SBM trabalha com essas folgas na forma de um único escalar com as seguintes propriedades: a mensuração é monótona decrescente em cada folga de entrada e saída e a mensuração é invariante em relação a mensuração de cada item entrada e saída.

Para o presente trabalho, o DEA-SBM é utilizado com orientação a *output*, seguindo a seguinte expressão:

$$\rho_I = \min_{\gamma, s^+} \left(\frac{1}{1 + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \frac{s_r^+}{y_{ro}}} \right) \quad (3.4.2.1)$$

Sujeito a

$$x_0 = X\lambda$$

$$y_0 = Y\lambda - s^+$$

$$\gamma \geq 0, s^+ \geq 0$$

Onde $y_{ro}, \lambda, \rho, s_r^+$ são saídas, vetores de folga e slack de saída, respectivamente.

Segundo os autores o método DEA-Windows é uma técnica que associa dados de um grupo de DMUs em várias janelas de tempo, onde é feita diversas aplicações do DEA considerando diferentes combinações de período.

Ainda de acordo com os autores *op.cit*, para determinar o número e o tamanho das janelas a serem construídas, é necessário seguir as expressões abaixo, onde n é a quantidade de DMUs, k a quantidade de períodos, p o comprimento de cada janela e w o número de janelas:

$$p = \begin{cases} \frac{k}{2}, & \text{se } k \text{ for par} \\ \frac{k+1}{2}, & \text{se } k \text{ for ímpar} \end{cases} \quad (3.4.2.1)$$

$$w = k - p + 1 \quad (3.4.2.2)$$

No presente estudo, serão utilizados 16 DMUs analisadas ao longo dos 12 meses do ano de 2020, portanto, o número de janelas será $w=7$ e o comprimento de cada janela será $p=6$. Assim, as seguintes janelas serão analisadas: janeiro a junho, fevereiro a julho, março a agosto, abril a setembro, maio a outubro, junho a novembro e julho a dezembro.

De acordo com os autores, o DEA deve ser aplicado a cada uma das janelas, onde os DMUs de cada período são considerados como diferentes, ou seja, DMU_{i_j}

onde $i = 1, \dots, 16$ representa a quantidade de DMUs e $j = 1, \dots, 12$ representa os meses.

Exemplificando, o DMU1_3 significa o DMU1 com os dados referentes a março, DMU15_11 significa o DMU15 com dados de novembro. Assim a primeira janela contém dados dos DMU1 até DMU16 dos meses de janeiro a junho (DMU1_1, DMU2_1, ..., DMU16_1, DMU1_2, ..., DMU16_2, ..., DMU1_6 DMU16_6. Por fim, o índice de desempenho final de cada DMU, deve ser feita uma média dos índices de desempenho em cada janela e em cada período de tempo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisados 16 Fundos de Investimentos, todos disponíveis em plataformas de investimentos de banco ou corretora de valores. As variáveis Taxa de Administração e Aplicação Inicial Mínima permaneceram constantes durante todo o ano de 2020, enquanto as outras variaram ao longo dos meses. Dessa forma, para sintetizar as informações, na Tabela 1 é exposto a média e desvio padrão das variáveis para cada fundo no período de janeiro a dezembro de 2020.

4.1 Descrição dos fundos usados

O Quadro 4 apresenta a relação entre DMU, nome e CNPJ dos Fundos de Investimento analisados.

Quadro 4 - Relação entre DMU, Nome e CNPJ dos Fundos de Investimento

DMUs	Nome do Fundo de Investimento	CNPJ
DMU 1	Banestes Institucional FI RF	05357507000110
DMU 2	BNP Paribas Inflacao Fc FI RF	05104498000156
DMU 3	Bradesco Fc de FI RF Inflacao Longa	13400050000108
DMU 4	Bradesco Fc FI RF Alocao Dinamica	28515874000109
DMU 5	Bradesco Inst FICFI RF Ima B	08702798000125
DMU 6	Bradesco Inst FICFI RF Ima B 5+	13400077000109
DMU 7	Bradesco Inst FICFI RF Ima B 5	20216216000104
DMU 8	FI RF Brl Ref DI LP	15348108000147
DMU 9	Icatu Vang Inflacao Longa FI RF LP	10756541000106
DMU 10	Infinity Tiger Alocao Dinamica Firf	15188380000107
DMU 11	Itau RF Ima B Ativo FICFI	05073656000158
DMU 12	Mongeral Aegon Infla Ref Ima-B FI RF LP	14115118000170
DMU 13	FI RF Monte Carlo Institucional Ima-B 5	15153656000111
DMU 14	Tb Itacare FI RF LP	21320420000125
DMU 15	Tower II RF FI Ima-B 5	23954899000187
DMU 16	Xp Inflacao Ref IPCA FI RF LP	14146491000198

Fonte: Autoria própria

Tabela 1 - Média e Desvio Padrão dos Fundos de Investimento

		retorno	meses_ exist	tx_adm	cotista	pl	aplic_ inicial	saldo	volat.
DMU1	Média	0.001	208,5	0.002	236	276148701.20	50000.00	-1935841.32	0.011
	DP	0.058	3,6	0.000	55	51431636.91	0.00	39104653.27	0.013

Tabela 1 - Média e Desvio Padrão dos Fundos de Investimento

		retorno	meses_ exist	tx_adm	cotista	pl	aplic_ inicial	saldo	volat.
DMU2	Média	0,005	212,5	0,005	9417	302083204,27	5000,00	-14137087,89	0,006
	DP	0,033	3,6	0,000	1484	46069216,27	0,00	16470192,88	0,006
DMU3	Média	0,005	108,5	0,005	23822	1709154410,92	5000,00	-39913103,95	0,005
	DP	0,030	3,6	0,000	1275	192978625,98	0,00	95598661,45	0,005
DMU4	Média	0,004	30,5	0,004	181	1270220134,16	50000	20917254,29	0,003
	DP	0,013	3,6	0,000	11	105321929,70	0	54153127,07	0,003
DMU5	Média	0,006	149,5	0,002	120	1940340662,48	50000	6248492,87	0,006
	DP	0,032	3,6	0,000	3	74481716,12	0	38979815,60	0,006
DMU6	Média	0,005	108,5	0,002	48	261977077,45	50000	-10658580,02	0,009
	DP	0,050	3,6	0,000	2,443	37014770,928	0,000	12729789,581	0,009
DMU7	Média	0,006	70,5	0,002	123	852306013,28	50000	4568729,65	0,002
	DP	0,010	3,6	0,000	7	52819344,83	0	42306455,86	0,003
DMU8	Média	0,001	98,5	0,002	232	461724537,20	0	8266359,57	0,000
	DP	0,002	3,6	0,000	0	53990406,21	0	57731462,77	0,000
DMU9	Média	0,005	132,5	0,003	29	1000752239,09	1000000	-34197481,47	0,009
	DP	0,049	3,6	0,000	5	108170883,24	0	32335234,08	0,009
DMU10	Média	0,006	97,5	0,010	43	65355340,12	5000	-1609410,52	0,008
	DP	0,039	3,6	0,000	17	14055854,95	0	2252838,36	0,009
DMU11	Média	0,006	212,5	0,005	98	505997936,86	100000	21985322,46	0,006
	DP	0,030	3,6	0,000	7	127095933,34	0	42645348,79	0,007
DMU12	Média	0,006	102,5	0,006	2667	131575419,12	1000	-553270,74	0,006
	DP	0,031	3,6	0,000	395	7085861,44	0	6878515,35	0,006
DMU13	Média	-0,010	99,5	0,013	15	151543114,89	1000000	2254173,51	0,007
	DP	0,020	3,6	0,000	3	32785943,07	0	7680474,04	0,003
DMU14	Média	0,003	63,5	0,005	45	20315267,16	1000	480471,92	0,006
	DP	0,026	3,6	0,000	6	3095320,74	0	1611685,32	0,006
DMU15	Média	-0,035	51,5	0,007	26	69013792,67	1000000	0,00	0,009
	DP	0,076	3,6	0,000	0	9560978,86	0	0,00	0,015
DMU16	Média	0,007	100,5	0,008	14261	541168644,56	5000	-368688,38	0,003
	DP	0,015	3,6	0,000	1055	51751086,75	0	36152427,96	0,003

Fonte: Autoria própria

É possível verificar grande variedade nos dados quando DMUs distintas são comparadas, como, por exemplo, na variável `meses_exist`, o fundo mais recente foi aberto há 30,5 meses, enquanto o mais antigo há 212,5, cerca de 17 anos atrás. Já o valor mínimo inicial para aplicar no Fundo, mostrado na variável `aplic_inic`, varia

entre R\$1 e R\$1.000.000 e por fim, a variável “cotista”, mostra fundos entre 15 e 23.822 cotistas.

Utilizando os dados da Tabela 1, também é possível encontrar um alto Coeficiente de Variação nas variáveis “Retorno” e “Saldo”, indicando um alto valor de dispersão em torno da média calculada. Isso mostra que, em alguns meses, alguns fundos atingiram um retorno muito acima ou abaixo da média (variável retorno) e que houve aportes ou resgates (variável saldo) discrepantes da média.

4.2 Desempenho dos Fundos

Conforme demonstrado na seção 3.4.2, foi utilizado o DEA-Windows em 7 janelas de tempo com 6 meses cada uma. Os índices de desempenho mensais obtidos pelo DEA-Windows em cada janela estão representados na Tabela 2.

Tabela 2 - Desempenho mensal (DEA-W) dos Fundos de Investimento

DMUs	Meses											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
DMU1	0.768	0.733	0.437	0.623	0.944	1.000						
		0.688	0.404	0.581	0.943	1.000	1.000					
			0.404	0.581	0.943	1.000	1.000	1.000				
				0.573	0.941	1.000	1.000	0.884	1.000			
					0.940	1.000	1.000	0.858	1.000	1.000		
						1.000	1.000	0.841	1.000	0.941	1.000	
							0.870	0.730	0.766	0.799	0.843	1.000
DMU2	0.868	1.000	0.752	0.889	1.000	1.000						
		1.000	0.725	0.861	1.000	1.000	1.000					
			0.728	0.866	1.000	0.995	1.000	1.000				
				0.871	1.000	0.995	1.000	1.000	1.000			
					1.000	0.995	1.000	1.000	0.953	1.000		
						0.989	1.000	1.000	0.932	1.000	1.000	
							0.959	0.893	0.883	0.910	0.940	1.000
DMU3	1.000	1.000	0.077	0.855	0.933	1.000						
		1.000	0.077	0.836	0.896	0.927	1.000					
			0.085	0.844	0.901	0.931	1.000	1.000				
				0.844	0.901	0.931	1.000	1.000	0.882			
					0.901	0.931	1.000	1.000	0.882	0.884		

Tabela 2 - Desempenho mensal (DEA-W) dos Fundos de Investimento

DMUs	Meses											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
						0.931	1.000	1.000	0.882	0.884	0.912	
							1.000	0.926	0.88	0.883	0.911	1.000
DMU4	0.374	1.000	0.382	0.407	0.506	0.523						
		1.000	0.377	0.401	0.5	0.517	0.537					
			0.377	0.401	0.5	0.517	0.537	1.000				
				0.4	0.499	0.516	0.537	1.000	0.546			
					0.499	0.516	0.537	1.000	0.546	0.543		
						0.514	0.534	1.000	0.543	0.54	0.57	
							0.523	1.000	0.529	0.527	0.559	0.559
DMU5	1.000	1.000	0.824	1.000	0.939	1.000						
		1.000	0.825	0.994	0.938	1.000	1.000					
			0.826	1.000	0.938	1.000	1.000	1.000				
				1.000	0.937	1.000	1.000	0.908	1.000			
					0.937	1.000	1.000	0.908	1.000	1.000		
						1.000	1.000	0.903	1.000	0.95	1.000	
							0.912	0.88	1.000	0.924	0.982	1.000
DMU6	0.809	0.819	0.639	0.752	0.847	1.000						
		0.82	0.638	0.746	0.841	0.891	1.000					
			0.64	0.748	0.841	0.891	1.000	0.78				
				0.748	0.828	0.89	1.000	0.77	0.79			
					0.828	0.89	1.000	0.77	0.79	0.837		
						0.874	1.000	0.75	0.775	0.816	0.84	
							1.000	0.813	0.846	0.9	0.894	1.000
DMU7	0.589	0.598	0.599	0.616	0.686	0.629						
		0.596	0.597	0.614	0.647	0.628	0.619					
			0.597	0.614	0.647	0.628	0.619	0.577				
				0.61	0.647	0.625	0.616	0.577	0.612			
					0.647	0.625	0.616	0.577	0.612	0.61		
						0.61	0.601	0.575	0.608	0.607	0.802	
							0.585	0.559	0.596	0.589	0.801	0.679
DMU8	1.000	0.979	1.000	0.822	1.000	1.000						
		1.000	1.000	0.821	1.000	0.954	1.000					
			1.000	0.821	1.000	0.954	1.000	1.000				

Tabela 2 - Desempenho mensal (DEA-W) dos Fundos de Investimento

DMUs	Meses											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
				1.000	1.000	0.961	1.000	1.000	1.000			
					1.000	0.961	1.000	0.94	1.000	1.000		
						0.938	1.000	0.812	0.872	0.824	1.000	
							0.927	0.812	0.872	0.824	1.000	1.000
DMU9	1.000	1.000	1.000	0.877	0.96	1.000						
		1.000	0.682	0.812	0.914	1.000	1.000					
			0.682	0.812	0.914	1.000	1.000	0.857				
				0.811	0.914	1.000	1.000	0.857	1.000			
					0.914	1.000	1.000	0.857	1.000	1.000		
						1.000	1.000	0.857	0.899	0.924	1.000	
							1.000	0.857	0.866	0.873	0.915	1.000
DMU10	1.000	1.000	0.869	1.000	1.000	1.000						
		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000					
			1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000				
				1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000			
					1.000	1.000	1.000	1.000	0.811	1.000		
						1.000	1.000	0.878	0.744	0.92	1.000	
							1.000	1.000	0.775	0.929	1.000	1.000
DMU11	0.791	0.798	1.000	0.926	1.000	1.000						
		0.736	0.733	0.847	1.000	1.000	1.000					
			0.733	0.847	1.000	1.000	1.000	1.000				
				0.847	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000			
					1.000	1.000	1.000	0.902	1.000	1.000		
						1.000	1.000	0.887	0.945	0.951	1.000	
							1.000	0.887	0.945	0.951	1.000	1.000
DMU12	0.433	0.454	0.412	0.645	0.77	1.000						
		0.443	0.413	0.497	0.543	0.592	1.000					
			0.416	0.497	0.543	0.592	1.000	0.525				
				0.546	0.575	0.625	1.000	0.552	0.576			
					0.575	0.625	1.000	0.552	0.576	0.584		
						0.578	1.000	0.484	0.503	0.51	0.639	
							0.843	0.484	0.502	0.509	0.597	1.000
DMU13	0.912	0.923	1.000	1.000	1.000	0.744						
		0.921	1.000	1.000	1.000	0.726	0.625					

Tabela 2 - Desempenho mensal (DEA-W) dos Fundos de Investimento

DMUs	Meses											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
			1.000	1.000	1.000	0.726	0.625	0.632				
				1.000	1.000	0.726	0.625	0.632	0.603			
					1.000	0.731	0.625	0.632	0.603	0.637		
						1.000	0.702	0.711	0.679	0.72	0.691	
							1.000	1.000	0.955	1.000	1.000	1.000
DMU14	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000						
		1.000	1.000	1.000	1.000	0.944	1.000					
			1.000	1.000	1.000	0.944	1.000	1.000				
				1.000	1.000	0.953	1.000	1.000	0.877			
					1.000	0.953	1.000	1.000	0.878	1.000		
						0.953	1.000	1.000	0.845	1.000	1.000	
							1.000	1.000	0.848	1.000	0.88	1.000
DMU15	0.296	0.296	0.213	0.261	0.278	0.261						
		0.226	0.166	0.2	0.209	0.201	0.206					
			0.166	0.2	0.209	0.201	0.206	0.2				
				0.2	0.209	0.201	0.206	0.2	0.202			
					0.209	0.201	0.206	0.2	0.202	0.202		
						0.201	0.206	0.2	0.202	0.202	0.16	
							0.206	0.2	0.202	0.202	0.16	0.168
DMU16	0,689	0,704	0,659	0,657	0,911	0,691						
		0,696	0,659	0,655	0,708	0,636	0,688					
			0,668	0,667	0,711	0,642	0,691	0,689				
				0,682	0,729	0,661	0,709	0,705	0,701			
					0,729	0,661	0,709	0,705	0,701	0,725		
						0,633	0,682	0,679	0,677	0,7	0,718	
							0,681	0,678	0,675	0,699	0,717	0,866

Fonte: Autoria própria

Para analisar o desempenho dos DMUs nos períodos “Pré-Covid”, Covid Crítico” e “Pós-Covid” e verificar se as variáveis apresentadas anteriormente impactam na eficiência, serão utilizadas as Tabelas 3, 4 e 5, bem como os Gráficos 1, 2 e 3.

Os índices de desempenho mensais e o desempenho médio no período Pré-Covid são apresentados na Tabela 3 e Gráfico 1.

Tabela 3 - Desempenho mensal e Regressão Tobit para o período Pré-Covid

DMUs	Janeiro	Fevereiro	Média**
DMU1	0.768 ^{11*}	0.711 ¹²	0.739 ¹¹
DMU2	0.868 ⁸	1.000 ¹	0.934 ⁷
DMU3	1.000 ¹	1.000 ¹	1.000 ¹
DMU4	0.374 ¹⁵	1.000 ¹	0.687 ¹³
DMU5	1.000 ¹	1.000 ¹	1.000 ¹
DMU6	0.809 ⁹	0.819 ¹⁰	0.814 ⁹
DMU7	0.589 ¹³	0.597 ¹⁴	0.593 ¹⁴
DMU8	1.000 ¹	0.989 ⁸	0.995 ⁶
DMU9	1.000 ¹	1.000 ¹	1.000 ¹
DMU10	1.000 ¹	1.000 ¹	1.000 ¹
DMU11	0.791 ¹⁰	0.767 ¹¹	0.779 ¹⁰
DMU12	0.433 ¹⁴	0.449 ¹⁵	0.441 ¹⁵
DMU13	0.912 ⁷	0.922 ⁹	0.917 ⁸
DMU14	1.000 ¹	1.000 ¹	1.000 ¹
DMU15	0.296 ¹⁶	0.261 ¹⁶	0.279 ¹⁶
DMU16	0.689 ¹²	0.700 ¹³	0.695 ¹²

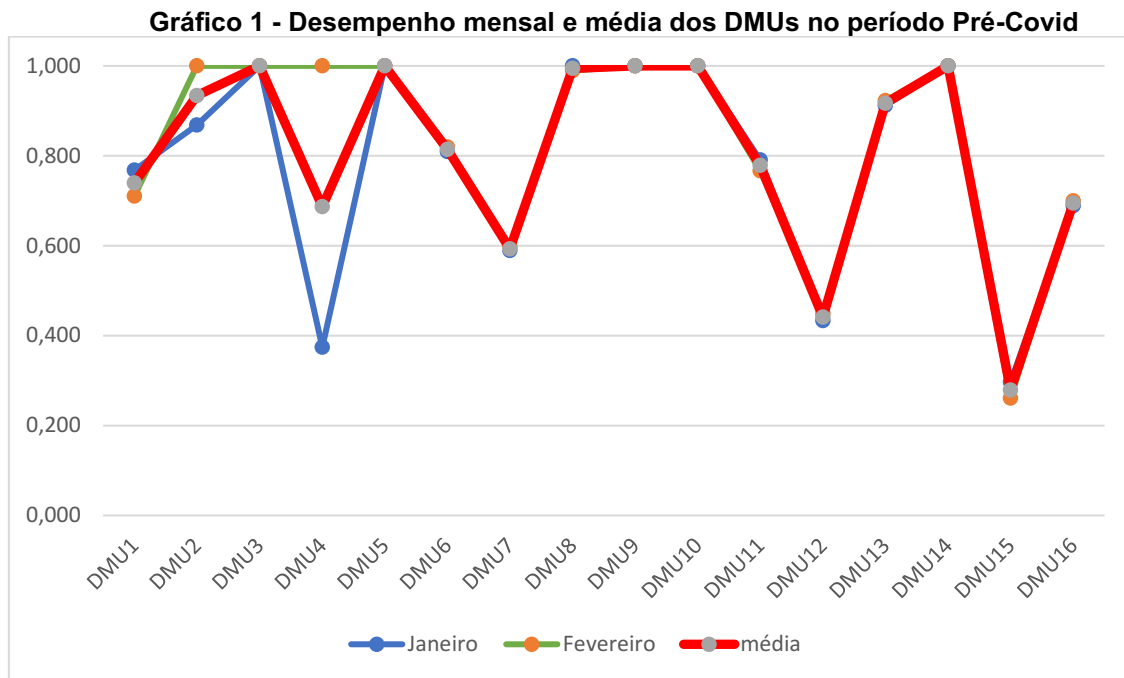
Regressão Tobit

	retorno	meses_ exist	tx_adm	cotista	pl	aplic_ inicial	saldo	volatilidade	C
P-valor	0.778	0.591	0.489	0.235	0.157	0.785	0.763	0.769	0.596
Coefficiente	-5.395	0.062	12.279	-0.028	0.076	-0.008	0.015	10.124	-20.722

* Valores sobrescritos a direita dos índices de desempenho representa o *ranking* do fundo de investimento do referido mês;

** A média representa o índice médio de desempenho do período estudado.

Fonte: Autoria própria



Durante o período pré-covid, o DMU4 se destaca por apresentar muita variabilidade nos índices de desempenho de janeiro e fevereiro (0,374 – 1,000), os demais DMUs mantiveram uma relativa estabilidade nos índices de performance. Os DMUs 3, 5, 9, 10 e 14 são considerados eficientes, já o DMU 15 se destacou negativamente por apresentar o menor índice de performance (0,279).

Pelo teste de White, os dados se apresentam de forma homocedástica (F-estatistic = 0.456 e p-valor = 0.874, com nível de significância de 0.05). Desse modo, os resultados apresentados pelo modelo de regressão Tobit têm parâmetros consistentes e representaram os efeitos que as entradas e as saídas exercem sobre os índices de desempenho dos fundos de investimento antes da pandemia do COVID-19. Segundo a regressão Tobit, mostrada na Tabela 3, nenhuma variável (retorno, meses_exist, tx_adm, cotista, pl, aplic_inicial, saldo e volatilidade) apresenta impacto positivo ou negativo no desempenho dos fundos de investimento, significando que as variáveis contribuíram em igual forma para os índices de performance.

Os índices de desempenho mensais e o desempenho médio no período Covid Crítico estão apresentados na Tabela 4 e Gráfico 2.

Tabela 4 - Desempenho mensal e Regressão Tobit para o período Covid Crítico

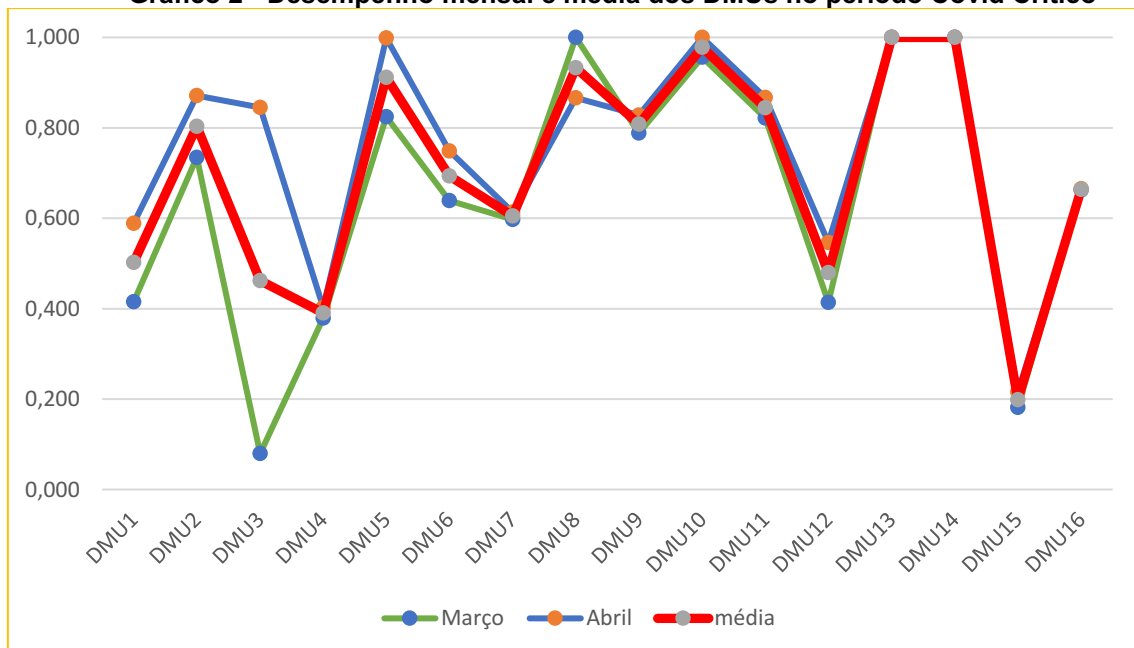
DMUs	Março	Abril	média
DMU1	0.415 ^{12*}	0.589 ¹³	0.502 ¹²
DMU2	0.735 ⁸	0.872 ⁵	0.803 ⁸
DMU3	0.080 ¹⁶	0.845 ⁸	0.462 ¹⁴
DMU4	0.379 ¹⁴	0.403 ¹⁵	0.391 ¹⁵
DMU5	0.825 ⁵	0.999 ⁴	0.912 ⁵
DMU6	0.639 ¹⁰	0.749 ¹⁰	0.694 ⁹
DMU7	0.597 ¹¹	0.613 ¹²	0.605 ¹¹
DMU8	1.000 ¹	0.866 ⁷	0.933 ⁴
DMU9	0.788 ⁷	0.828 ⁹	0.808 ⁷
DMU10	0.956 ⁴	1.000 ¹	0.978 ³
DMU11	0.822 ⁶	0.867 ⁶	0.845 ⁶
DMU12	0.414 ¹³	0.546 ¹⁴	0.480 ¹³
DMU13	1.000 ¹	1.000 ¹	1.000 ¹
DMU14	1.000 ¹	1.000 ¹	1.000 ¹
DMU15	0.182 ¹⁵	0.215 ¹⁶	0.199 ¹⁶
DMU16	0.662 ⁹	0.665 ¹¹	0.664 ¹⁰

Regressão Tobit

	retorno	meses_ exist	tx_adm	cotista	pl	aplic_ inicial	saldo	volatilidade	C
P-valor	0.171	0.061	0.079	0.357	0.262	0.339	0.086	0.827	0.090
Coefficiente	1.738	0.196	27.281	-0.026	0.055	-0.022	0.042	1.549	-29.194

* Valores sobrescritos a direita dos índices de desempenho representa o *ranking* do fundo de investimento do referido mês;
 ** A média representa o índice médio de desempenho do período estudado.

Fonte: Autoria própria

Gráfico 2 - Desempenho mensal e média dos DMUs no período Covid Crítico

Fonte: Autoria própria

Durante o período covid crítico, os DMUs apresentaram as piores médias entre os três períodos, os destaques positivos foram os DMUs 13 e 14 que foram considerados eficientes nos dois meses e o DMU 8 e 10, considerados eficientes em março e abril, respectivamente. Já o DMU3, teve a pior eficiência em março, mas se recuperou em maio e, por isso, é possível observar uma grande variabilidade no gráfico. Por fim, a pior média de eficiência novamente foi o DMU15, que teve uma baixa eficiência nos dois meses.

Pelo teste de White, os dados se apresentam de forma homocedástica (F-estatistic = 1,612 e p-valor = 0,176, com nível de significância de 0.05). Segundo a regressão Tobit (Tabela 300), nenhuma variável (retorno, meses_exist, tx_adm, cotista, pl, aplic_inicial, saldo e volatilidade) apresentam impacto positivo ou negativo no desempenho dos fundos de investimento, significando que as variáveis contribuíram de igual forma para os índices de performance.

Os índices de desempenho mensais e o desempenho médio no período Pós Covid Crítico estão apresentados na Tabela 5 e Gráfico 3.

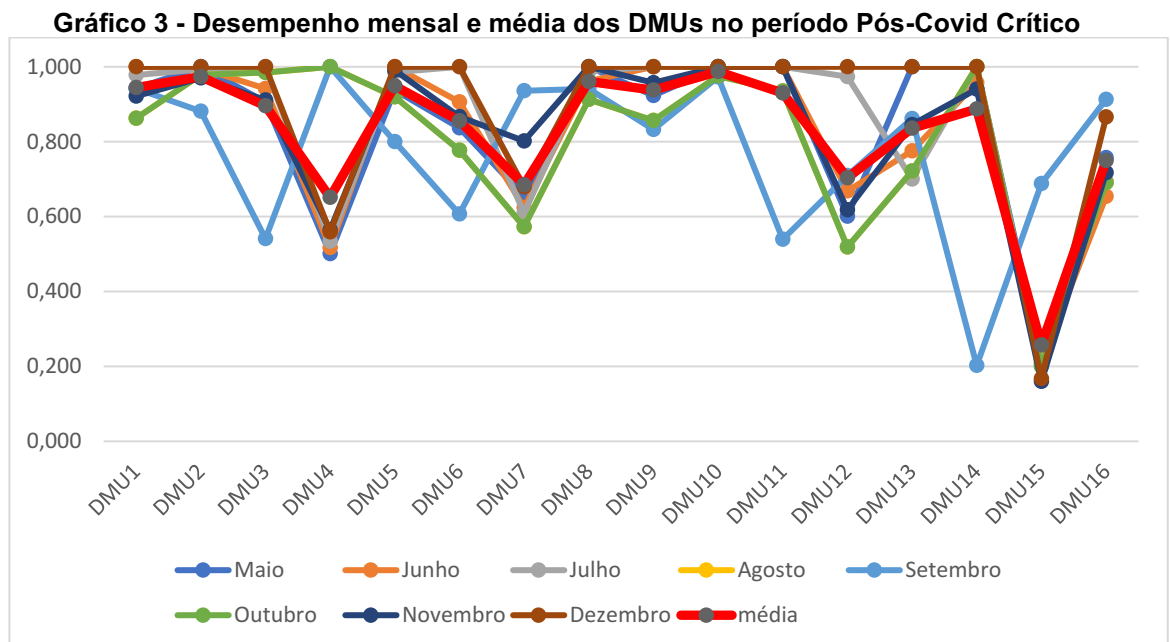
Tabela 5 - Desempenho mensal e Regressão Tobit para o período Pós Covid Crítico

DMUs	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	média
DMU1	0.942 ⁷	1.000 ¹	0.978 ¹⁰	0.863 ⁹	0.942 ³	0.913 ⁷	0.922 ⁸	1.000 ¹	0.945 ⁵
DMU2	1.000 ¹	0.996 ⁶	0.993 ⁷	0.979 ⁴	0.881 ⁷	0.970 ²	0.970 ⁵	1.000 ¹	0.974 ²
DMU3	0.906 ¹⁰	0.942 ⁹	1.000 ¹	0.985 ³	0.541 ¹⁴	0.884 ⁸	0.911 ⁹	1.000 ¹	0.896 ⁸
DMU4	0.501 ¹⁵	0.517 ¹⁵	0.534 ¹⁵	1.000 ¹	1.000 ¹	0.537 ¹⁴	0.564 ¹⁵	0.559 ¹⁵	0.652 ¹⁵
DMU5	0.938 ⁸	1.000 ¹	0.985 ⁹	0.920 ⁷	0.800 ¹⁰	0.958 ⁴	0.991 ⁴	1.000 ¹	0.949 ⁴
DMU6	0.837 ¹¹	0.906 ¹⁰	1.000 ¹	0.777 ¹¹	0.607 ¹³	0.851 ¹⁰	0.867 ¹⁰	1.000 ¹	0.856 ¹⁰
DMU7	0.655 ¹³	0.624 ¹⁴	0.609 ¹⁴	0.573 ¹⁴	0.936 ⁵	0.602 ¹³	0.801 ¹²	0.679 ¹⁴	0.685 ¹⁴
DMU8	1.000 ¹	0.961 ⁷	0.988 ⁸	0.913 ⁸	0.941 ⁴	0.883 ⁹	1.000 ¹	1.000 ¹	0.961 ³
DMU9	0.923 ⁹	1.000 ¹	1.000 ¹	0.857 ¹⁰	0.833 ⁹	0.932 ⁶	0.958 ⁶	1.000 ¹	0.938 ⁶
DMU10	1.000 ¹	1.000 ¹	1.000 ¹	0.976 ⁵	0.973 ²	0.950 ⁵	1.000 ¹	1.000 ¹	0.987 ¹
DMU11	1.000 ¹	1.000 ¹	1.000 ¹	0.935 ⁶	0.539 ¹⁵	0.967 ³	1.000 ¹	1.000 ¹	0.930 ⁷
DMU12	0.601 ¹⁴	0.669 ¹²	0.974 ¹¹	0.519 ¹⁵	0.710 ¹¹	0.535 ¹⁵	0.618 ¹⁴	1.000 ¹	0.703 ¹³
DMU13	1.000 ¹	0.776 ¹¹	0.700 ¹²	0.722 ¹²	0.862 ⁸	0.786 ¹¹	0.846 ¹¹	1.000 ¹	0.836 ¹¹
DMU14	1.000 ¹	0.958 ⁸	1.000 ¹	1.000 ¹	0.202 ¹⁶	1.000 ¹	0.940 ⁷	1.000 ¹	0.888 ⁹
DMU15	0.223 ¹⁶	0.211 ¹⁶	0.206 ¹⁶	0.200 ¹⁶	0.688 ¹²	0.202 ¹⁶	0.160 ¹⁶	0.168 ¹⁶	0.257 ¹⁶
DMU16	0.758 ¹²	0.654 ¹³	0.694 ¹³	0.691 ¹³	0.913 ⁶	0.708 ¹²	0.717 ¹³	0.866 ¹³	0.750 ¹²

Regressão Tobit									
	retorno	meses_exist	tx_adm	cotista	pl	aplic_inicial	saldo	volatilidade	C
P-valor	0.001	0.000	0.066	0.173	0.065	0.002	0.766	0.600	0.065
Coefficiente	1.975	0.218	11.793	-0.013	0.036	-0.031	0.005	2.178	-13.934

* Valores sobrescritos a direita dos índices de desempenho representa o *ranking* do fundo de investimento do referido mês;
 ** A média representa o índice médio de desempenho do período estudado.

Fonte: Autoria própria



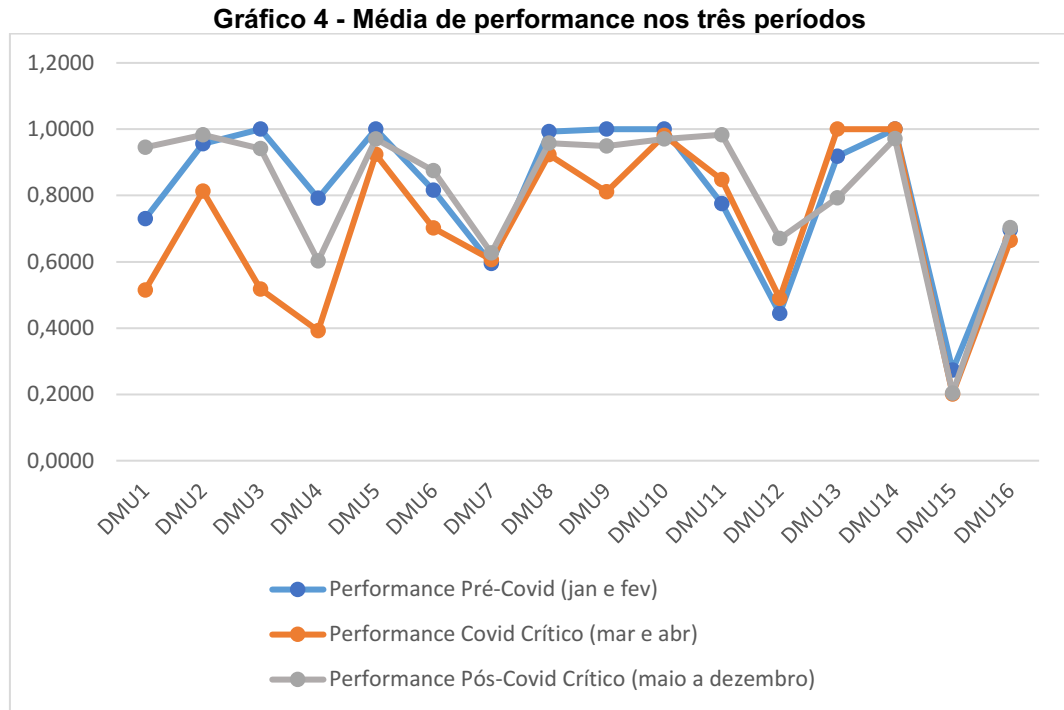
Fonte: Autoria própria

No período pós-covid crítico, nenhum fundo atingiu a eficiência em todos os meses, os três melhores foram os DMUs 1, 2 e 3 com eficiência 0,987, 0,974 e 0,961, respectivamente. Já os três piores foram os DMUs 7, 4 e 15, com eficiência média de 0,685, 0,652 e 0,257, respectivamente.

Já sobre a variabilidade da eficiência, é possível destacar o DMU14, que teve grande variabilidade em setembro e dezembro (0,202 – 1,000) quando comparado ao DMU 1, considerado mais eficiente, que obteve 0,942 e 1,000 no mesmo período.

Pelo teste de White, os dados se apresentam de forma homocedástica (F-estatistic = 1,713 e p-valor = 0,112, com nível de significância de 0.05). Segundo a regressão Tobit (Tabela 300), as variáveis retorno do investimento (retorno) e tempo de existência do fundo (meses_exist) possuem impacto positivo nos índices de desempenho, significando que o acréscimo de 1% nas variáveis “retorno” e “meses_exist” proporcionaria um acréscimo de 1,975% e 0,218% nos índices de desempenho, respectivamente. Já a aplicação inicial (aplic_inicial) possui impacto negativo nos índices de desempenho, assim com a redução de 1% na variável “aplic_inicial” proporcionaria um acréscimo de 0,031% nos índices de desempenho.

Para sintetizar o que foi apresentado até o momento, o Gráfico 4 apresenta as médias de eficiência nos três períodos analisado



Fonte: Autoria própria

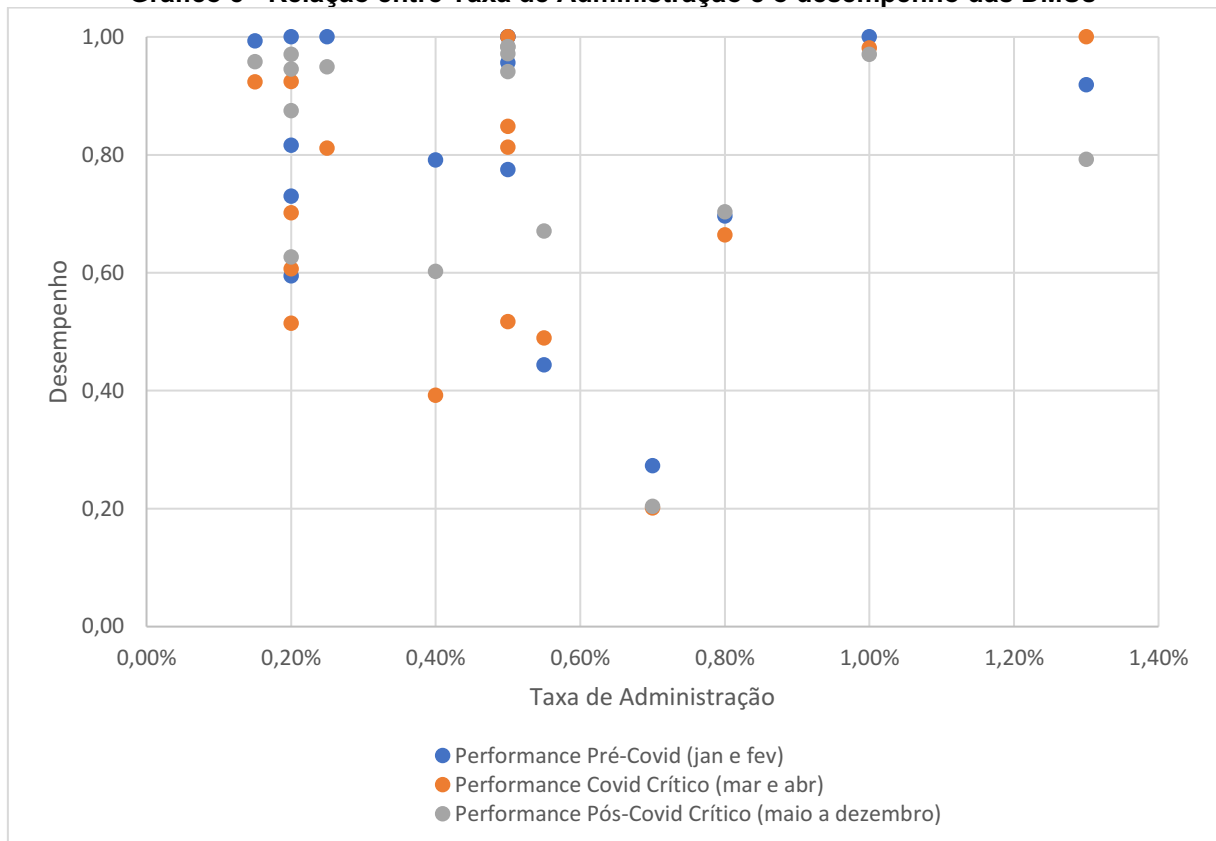
No geral, os DMUs obtiveram melhor desempenho médio no período pré-covid ou no pós-covid crítico. As exceções foram o DMU 13, que foi eficiente apenas no Covid crítico e o DMU14, o único DMU considerado eficiente em dois períodos, pré covid e covid crítico.

Os DMUs que foram melhores no período pré-covid foram o 3, 4, 5, 8, 9,10 e 15. Já no período pós-covid crítico, os mais eficientes foram: 1, 2, 6, 7, 11, 12 e 16.

Um fato curioso, não é possível explicar por que os DMUs 7, 11, 12 e 13 foram mais eficiência no período covid crítico quando comparado ao período pré-covid, enquanto os DMUs 10, 13 e 14 tiveram desempenho melhor no período covid crítico quando comparado ao período pós covid crítico.

Nos Gráficos de 5 a 12 é exposto o impacto de cada variável no desempenho das DMUs. Além disso, é feita uma comparação entre os cinco DMUs mais eficientes com os menos eficientes em cada período.

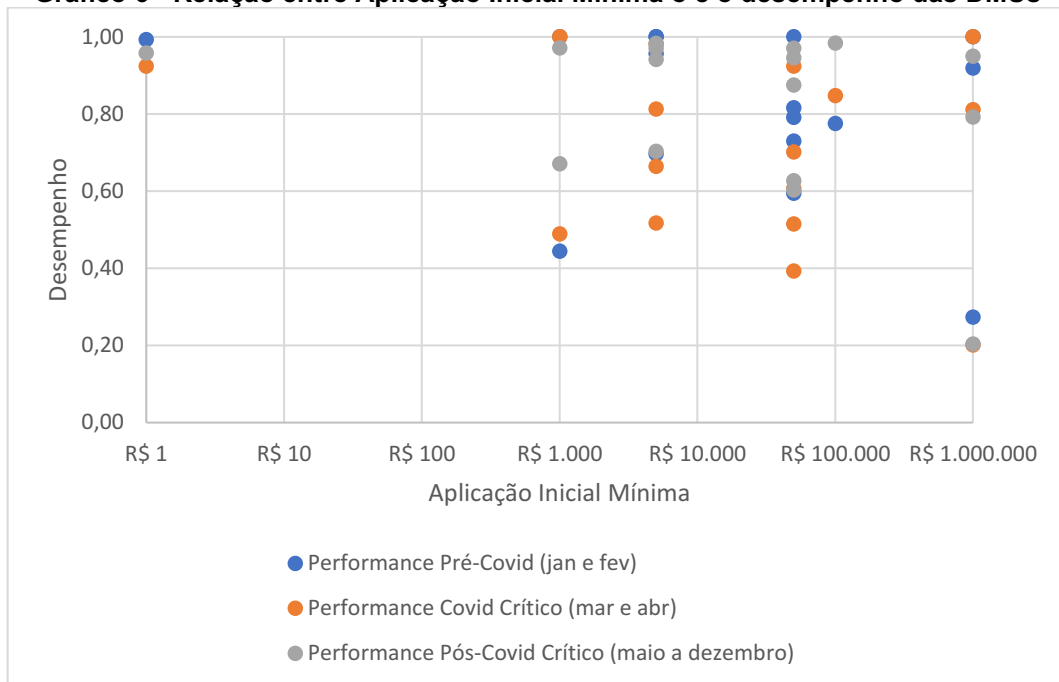
Gráfico 5 - Relação entre Taxa de Administração e o desempenho das DMUs



Fonte: Autoria própria

O Gráfico 5 mostra a relação entre a variável Taxa de Administração e o Desempenho das DMUs nos três períodos. Essa variável se mantém constante ao longo dos períodos em todas as DMUs nos três períodos analisados.

Em relação ao impacto da variável na performance das DMUs, não é possível inferir que impactou nos períodos Pré-Covid, Covid Crítico e Pós-Covid Crítico. No período Pré-Covid, as 5 DMUs consideradas eficientes apresentaram valores de taxa de administração entre 0,20% e 1%, enquanto os cinco piores 0,20% e 0,80%. No período Covid Crítico, as DMUs com melhor performance tinham taxa de administração entre 0,15% e 1,30%, e os cinco inferiores entre 0,20% e 0,70%. Ao analisar o período pós-covid crítico, as cinco melhores tinham taxa entre 0,20% e 1% e as cinco piores entre 0,20% e 0,8%.

Gráfico 6 - Relação entre Aplicação Inicial Mínima e o desempenho das DMUs

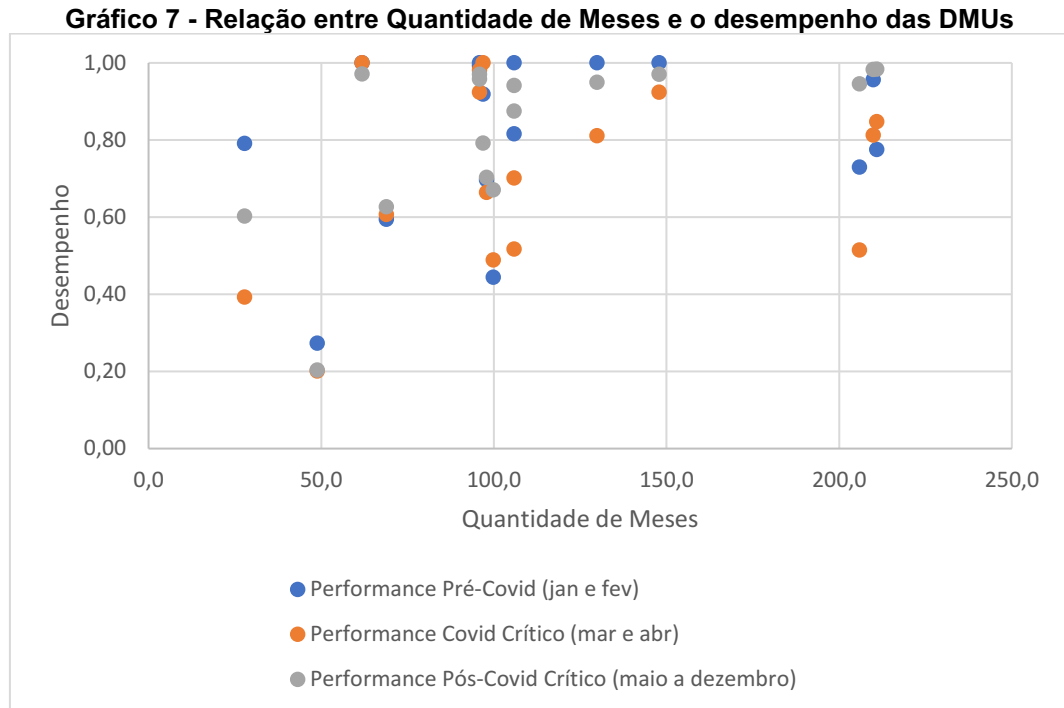
Fonte: Autoria própria

No Gráfico 6 é exposta a relação entre a variável Aplicação Inicial Mínima e o desempenho das DMUs durante os períodos analisados. O valor mínimo para se investir em cada um dos Fundos de Investimento permaneceu o mesmo nos três períodos.

No que tange ao impacto da variável na eficiência, não é possível inferir que a variável *input* Aplicação Inicial impactou na eficiência no períodos Pré-Covid, Covid Crítico. Já no período Pós-Covid Crítico, conforme mostrado na Regressão Tobit da Tabela 5, a variável Aplicação Inicial tem impacto negativo nesse período.

No Período Pré-Covid, as cinco DMUs consideradas mais eficientes apresentaram valores de aplicação inicial mínima entre R\$1.000 e R\$1.000.000, da mesma forma, as cinco DMUs com menores eficiência apresentaram essa mesma faixa de valor. No Período Covid Crítico, as cinco melhores DMUs tinham aplicação inicial mínima entre R\$1 e R\$1.000.000 e as cinco piores entre R\$1.000 e R\$1.000.000. Por último, ao analisar a eficiência durante o período pós-covid crítico, as cinco melhores DMUs tinham aplicação inicial mínima entre R\$1.000 e R\$100.000 e as piores entre R\$1.000 e R\$1.000.000.

Vale destacar que, nos três períodos analisados, a DMU 14, com aplicação mínima de R\$1.000 se demonstrou a mais eficiente e a DMU 15, com aplicação mínima de R\$1.000.000, mostrou-se a menos eficiente.

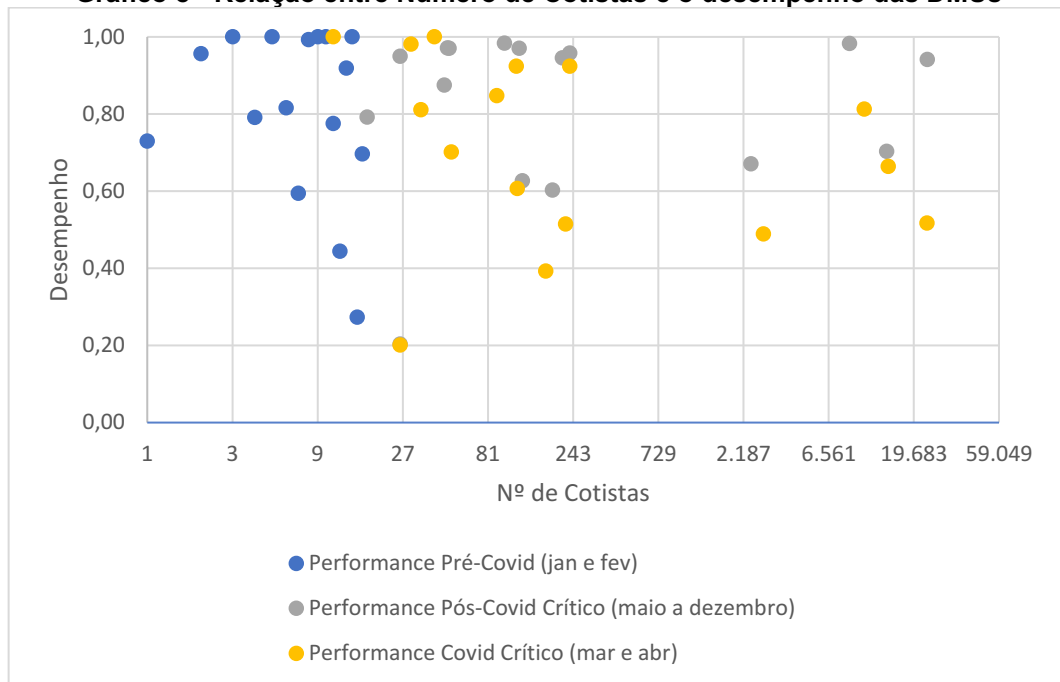


Fonte: Autoria própria

No Gráfico 7 é apresentado a relação entre a variável Quantidade de Meses e o desempenho das DMUs nos períodos analisados. No que diz respeito ao impacto da variável na eficiência das DMUs, não é possível inferir que houve impacto nos períodos Pré-Covid, Covid Crítico. Entretanto, conforme mostrado na Regressão Tobit da Tabela 5, para o período Pós-Covid Crítico, a variável Quantidade de Meses tem impacto positivo na eficiência.

No período Pré-Covid, os cinco melhores DMUs tinham entre 61,8 e 147,8 meses desde o início do fundo, enquanto as cinco piores entre 48,8 e 205,8 meses. Durante a fase covid crítico, os cinco melhores DMUs tinham entre 61,8 e 147,8 meses, enquanto os cinco piores, entre 27,8 e 205,8 meses. No período pós covid crítico, os cinco melhores tinham entre 61,8 e 210,8 meses de existência, enquanto os cinco piores entre 27,8 e 99,8.

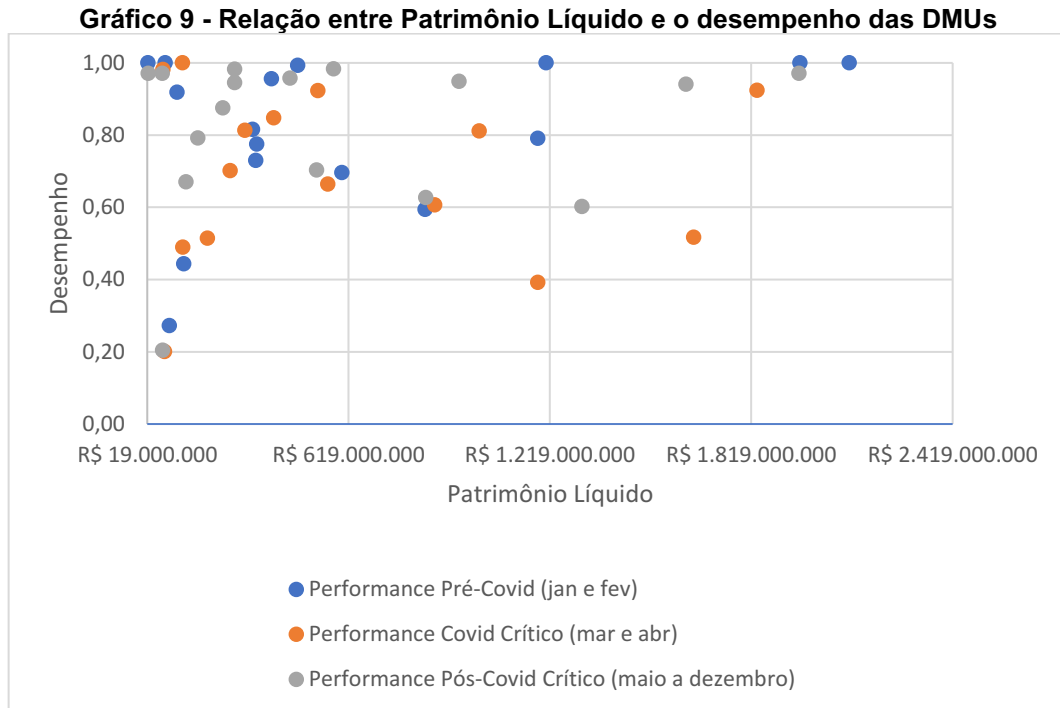
Desta forma, é possível inferir que no período pós-covid crítico, os DMUs mais eficientes tinham pelo menos 5 anos desde o início do fundo.

Gráfico 8 - Relação entre Número de Cotistas e o desempenho das DMUs

Fonte: Autoria própria

No Gráfico 8 é exposta a relação entre a variável Número de Cotistas e a eficiência das DMUs ao longo dos três períodos. Quanto ao impacto da variável na eficiência das DMUs estudadas, não é possível inferir que a variável impactou na eficiência no períodos Pré-Covid, Covid Crítico e Pós Covid Crítico.

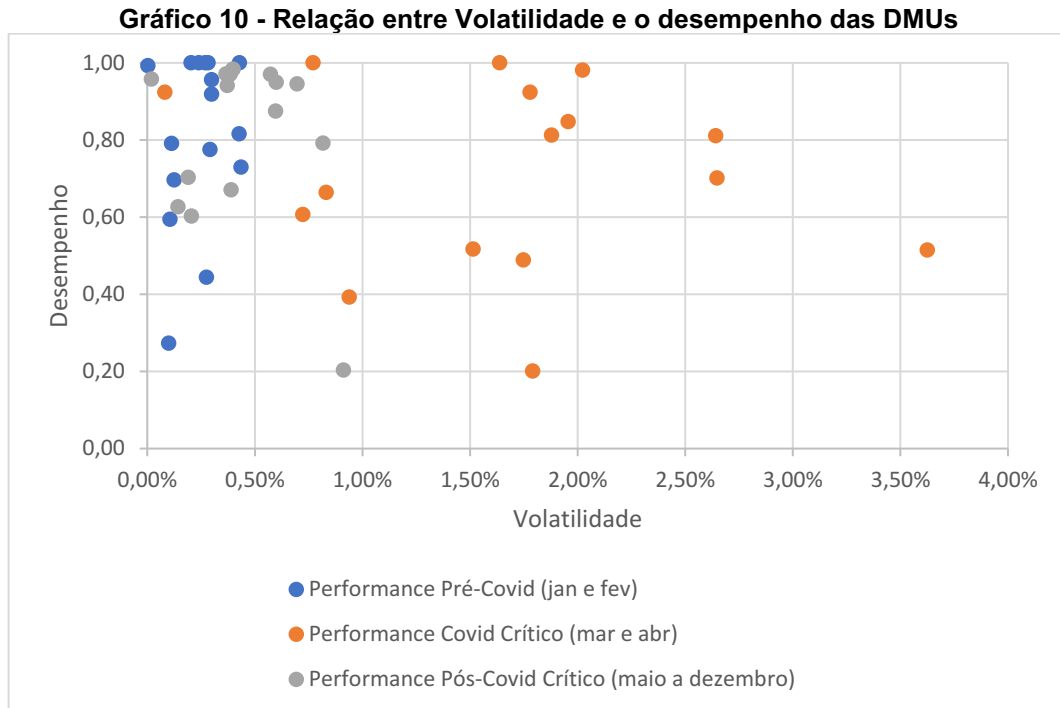
Durante o período pré-covid, as mais eficientes tiveram uma média de 28 e 26.231 cotistas, enquanto os menos eficientes entre 26 e 15.946 cotistas. Durante o período covid crítico, as mais eficientes tinham entre 11 e 232 cotistas e as menos eficientes entre 26 e 23.262. No período pós-covid crítico, as melhores tinham entre 43 e 9.417 e as piores entre 26 e 13.869.



Fonte: Autoria própria

O Gráfico 9 apresenta a relação entre a variável Patrimônio Líquido e o desempenho das DMUs. Não é possível inferir que a variável impactou na eficiência no períodos Pré-Covid, Covid Crítico e Pós-Covid Crítico.

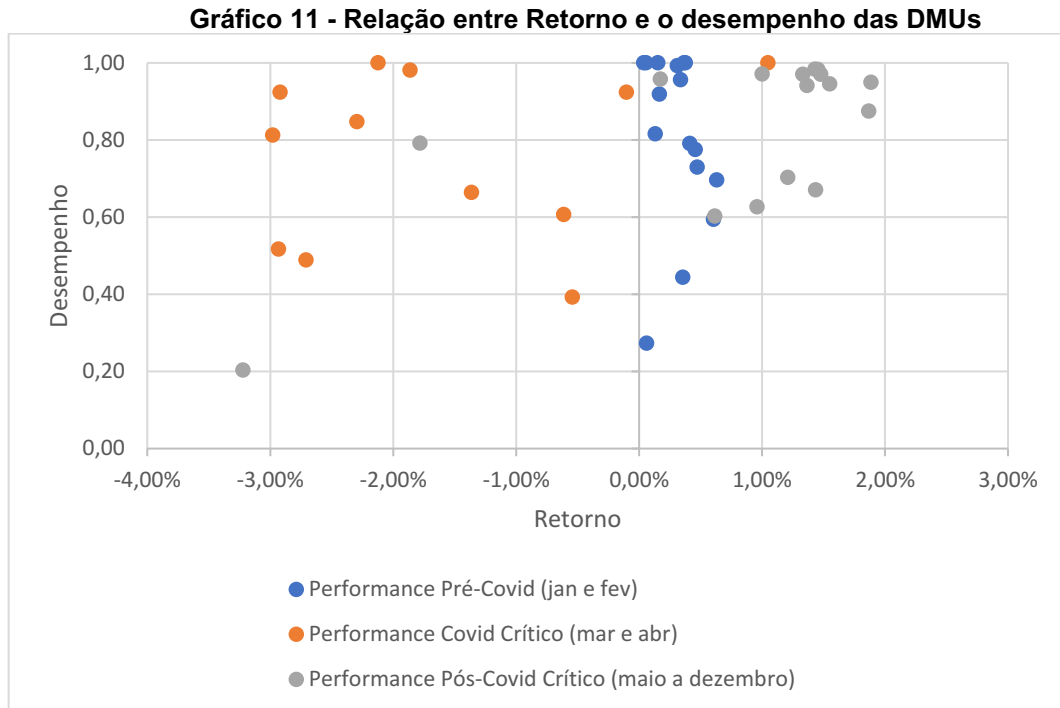
No período pré-covid, os mais eficientes tinham Patrimônio Líquido entre R\$ 20.733.613 e R\$ 2.110.537.740 e menos eficientes entre R\$ 84.295.043 e R\$ 846.471.076. Já no período covid crítico, as mais eficientes apresentavam entre R\$ 17.067.932 e R\$ 1.835.489.860 e as piores entre R\$ 70.484.776 e R\$ 1.646.959.109. Já no período pós-covid crítico, as melhores tinham Patrimônio Líquido entre R\$ 20.315.267 e R\$ 1.940.340.662 e as piores entre R\$ 64.825.733. e R\$ 1.314.381.358.



Fonte: Autoria própria

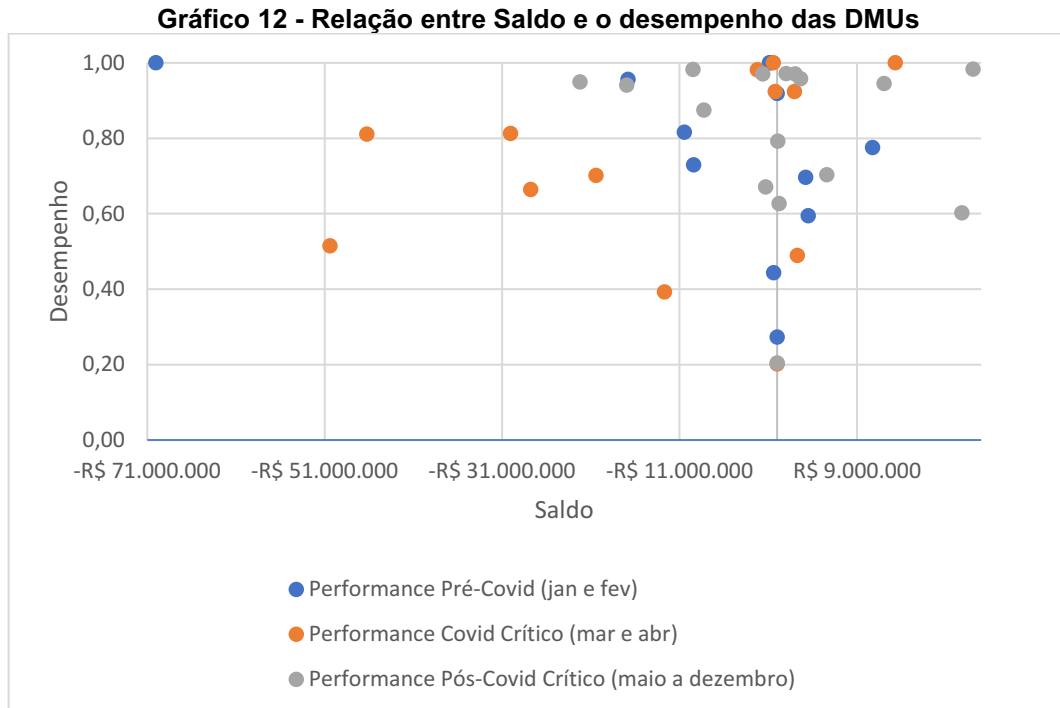
O Gráfico 10 evidencia a relação entre a variável volatilidade e o desempenho das DMUs nos períodos estudados. Embora seja visível o aumento significativo da volatilidade no período Covid Crítico, não é possível inferir que a variável Volatilidade impactou na eficiência no períodos Pré-Covid, Covid Crítico e Pós-Covid Crítico.

No período pré-covid, as mais eficientes apresentaram volatilidade entre 0,20% e 0,43% e as piores entre 0,10% e 0,44%. No período covid crítico, as melhores tiveram volatilidade entre 0,08% e 2,02% e as piores entre 0,94% e 3,62%. Por fim, no período pós-covid crítico, as melhores tinham entre 0,37% e 0,57% e as piores entre 0,14% e 0,91% de volatilidade.



O Gráfico 11 exibe a relação entre a variável Retorno e o desempenho das DMUs nos períodos. É notória a diminuição do retorno mensal médio no período covid crítico, no entanto, só é possível inferir que a variável retorno impactou na eficiência das DMUs no período Pós Covid Crítico. No período Pré-Covid também não é possível inferir que existe relação.

No período pré-covid, as cinco DMUs mais eficientes tiveram retorno mensal médio entre 0,04% e 0,38%, enquanto os menos eficientes entre 0,06 e 0,63%. Durante a fase Covid Crítico, as mais eficientes tiveram retorno médio entre -2,92% e 1,05% e as menos eficientes entre -8,10% e -0,55%. Durante o período pós-covid crítico entre 1% e 1,48% e os piores entre -3,22 e 1,43%.



Fonte: Autoria própria

O Gráfico 12 apresenta a relação entre a variável Saldo e o desempenho das DMUs durante os períodos. É possível visualizar que várias DMUs tiveram um significativo saldo negativo durante o período Covid Crítico, no entanto não é possível inferir que isso impactou na performance das DMUs. O mesmo vale para os outros dois períodos.

No período pré-covid, as cinco melhores DMUs tinham saldo entre -R\$70.026.472 e 29.702.230 e os cinco piores entre -R\$ 9.431.171 e R\$ 3.480.814. No período covid crítico as cinco mais eficientes tinham entre -R\$ 2.245.592 e R\$ 13.320.041, enquanto as menos eficientes tinham entre -R\$ 196.449.856 e R\$ 2.255.151. Por fim, no período pós-covid crítico, as cinco melhores tinham saldo entre -R\$ 9.482.058 e R\$ 22.067.187,43 e as cinco piores entre -R\$ 1.296.342 e R\$ 20.829.816.

5 CONCLUSÃO

Ao iniciar esta pesquisa, existia uma dúvida sobre quais variáveis impactaram o desempenho dos Fundos de Investimento de Renda Fixa durante a pandemia do coronavírus, visto que essa categoria de Fundo de Investimento tem histórico de ser recomendada a investidores conservadores e com aversão a desempenho negativo.

Diante disso, o objetivo geral foi analisar o impacto da pandemia na performance de Fundos de Renda Fixa, utilizando a metodologia DEA. Constata-se que o objetivo geral foi atendido, pois o trabalho conseguiu identificar que certas variáveis estudadas impactaram positivamente e negativamente em determinados períodos. Desta forma, o presente trabalho pode auxiliar o investidor a tomar decisões na hora de escolher um Fundo de Investimento.

O primeiro objetivo específico era descrever os principais títulos de renda fixa e foi atingido ao descrever os principais títulos públicos, bancários e privados existente no mercado Brasileiro. O segundo objetivo específico era informar os principais riscos envolvidos em Fundos de Investimento em Renda Fixa e foi atingido ao explicar sobre risco de mercado, de liquidez e crédito. Por fim, os últimos objetivos específicos eram coletar dados de fundos em determinado período e analisar esses dados com a metodologia DEA, que também foram atingidos, pois os dados foram coletados e analisados com DEA-Windows e Regressão Tobit.

A pesquisa partiu da hipótese de que certas variáveis impactaram na eficiência de fundos de investimento em renda fixa e durante o trabalho verificou-se que as variáveis Retorno e Quantidade de meses desde a abertura do fundo impactaram positivamente o desempenho, durante o período de maio a dezembro de 2020. Já a variável aplicação inicial mínima impactou negativamente no mesmo período. Para as outras variáveis, não houve impacto positivo ou negativo significativos nos índices de desempenho

Alguns DMUs destacaram-se positivamente, como a DMU 14, que atingiu a eficiência no período pré-covid e covid crítico e a DMU 10, que alcançou a eficiência no primeiro período e ficou acima de 0,97 nos períodos seguintes. Já outros destacaram-se negativamente, como a DMU 15, que teve eficiência abaixo de 0,30 nos três períodos analisados e a DMU 12, que teve desempenho abaixo de 0,50 nos dois primeiros períodos e obteve uma leve melhora no último período.

Os dados presentes no trabalho estão disponíveis na internet gratuitamente, portanto, fica-se restrito as informações que os Fundos de Investimento se disponibilizam a divulgar. Para pesquisas futuras, recomenda-se utilizar dados restritos de cada fundo de investimento, principalmente no que tange aos títulos presentes nos mesmos, como, por exemplo, informações sobre o emissor do título, taxa de rentabilidade, liquidez e títulos com ágio ou deságio, pois essas são variáveis que também impactam na performance do Fundo.

REFERÊNCIAS

- ANBIMA. **Classificação de Fundos**: visão geral e nova estrutura. Visão geral e nova estrutura. 2015. Disponível em: <https://www.anbima.com.br/data/files/E3/62/8C/0B/242085106351AF7569A80AC2/NovaClassificacaodeFundos_PaperTecnico_1_.pdf>. Acesso em: 27 set. 2020.
- ÇELEN, A. Efficiency and productivity (TFP) of the Turkish electricity distribution companies: An application of two-stage (DEA&Tobit) analysis. **Energy Policy**, v. 63, p. 300-310, 2013.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of operational Research**, v. 2, n. 6, p. 429–44, 1978.
- CLASSIFICAÇÃO de Fundos: Visão geral e nova estrutura. 2015. Disponível em: https://www.anbima.com.br/data/files/E3/62/8C/0B/242085106351AF7569A80AC2/NovaClassificacaodeFundos_PaperTecnico_1_.pdf. Acesso em: 01 ago. 2020.
- COELLI, T. et al. **An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis**. Springer, 2ª edição, New York, USA: 2005.
- COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS (Rio de Janeiro). **Mercado de Balcão Organizado**. 2005. Disponível em: <<https://www.investidor.gov.br/portaldoinvestidor/export/sites/portaldoinvestidor/publicacao/Cadernos/CVM-Caderno-7.pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2020.
- COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS (Rio de Janeiro). **Mercado de Valores Mobiliários Brasileiro**. 2014. Disponível em: <www.portaldoinvestidor.gov.br/portaldoinvestidor/export/sites/portaldoinvestidor/publicacao/Livro/LivroTOP-CVM.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2020.
- COOPER, W. W.; SEIFORD, L. W.; TONE, K. **Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software**. Springer, 2ª edição, New York, USA: 2007.
- DEATON, A. **The analysis of household surveys: a microeconomic approach to development policy**. Baltimore, USA: Johns Hopkins, Md. 1997.
- FARINA, E. **Aplicações de renda fixa rendem negativo com a crise do coronavírus**: veja como proteger seus investimentos. veja como proteger seus investimentos. 2020. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/economia/dicas-de-economia/noticia/2020/05/aplicacoes-de-renda-fixa-rendem-negativo-com-a-crise-do-coronavirus-veja-como-protger-seus-investimentos-ckae9y05d00ek015nna8vcr7i.html>. Acesso em: 06 dez. 2021.
- FIDELIS, R. **MÉTODO PARA DETERMINAÇÃO DO DESEMPENHO DE COOPERATIVAS DE RECICLAGEM**. 2017. 143 f. Tese (Doutorado) - Curso de

Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

FIDELIS, R., COLMENERO, J.C., 2018. **Evaluating the performance of recycling cooperatives in their operational activities in the recycling chain**. Resources. Conservation and Recycling, v. 130, p. 152–163.

FORTUNA, E. **Mercado Financeiro: produtos e serviços**. 21. ed. Jacarepaguá: Qualitymark, 2017. 904 p.

GREGORIO, R. **Três em cada quatro fundos de renda fixa perdem para CDI, e alguns caem mais que a bolsa**. Disponível em: <<https://valorinveste.globo.com/produtos/fundos/renda-fixa/noticia/2020/06/24/tres-em-cada-quatro-fundos-de-renda-fixa-perdem-para-cdi-e-alguns-caem-mais-que-a-bolsa.ghtml>> Acesso em: 17 out. 2020.

GIAMBIAGI, F. **Derivativos e Risco de Mercado**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018. 320 p.

HOFF, A. Second stage DEA: Comparison of approaches for modeling the DEA score. **European Journal of Operational Research**, v. 181, n. 1, p. 425-435, 2007.

ICHINOSE, D.; YAMAMOTO, M.; YOSHIDA, Y. Productive efficiency of public and private solid waste logistics and its implications for waste management policy. **IATSS Research**, v. 36, n. 2, p. 98-105, 2013.

INTRODUÇÃO ao Tesouro Direto. 2017. Disponível em: https://www.tesourodireto.com.br/data/files/1B/A1/EF/35/855FB610FAC28EB6018E28A8/Modulo1_TesouroDireto%20_2017_.pdf. Acesso em: 20 jun. 2020.

INDÚSTRIA de fundos fecha o ano de 2019 com R\$ 5 trilhões em patrimônio: Renda Variável representa 10,14%, melhor patamar desde março de 2013. **Economática**, 2019. Disponível em: <<https://insight.economatica.com/industria-de-fundos-fecha-o-ano-de-2019-com-r-5-trilhoes-em-patrimonio-renda-variavel-representa-1014-melhor-patamar-desde-marco-de-2013/>>. Acesso em: 27 set. 2020.

JORION, P. **Value at Risk: a nova fonte de referência para a gestão do risco financeiro**. 2. ed. São Paulo: BM&FBovespa, 2010.

LIMA, F. G. **Análise de Riscos**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2018. 344 p.

NETO, A. **A Mercado financeiro**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2011. 339 p.

NETO, A. A. **Mercado Financeiro**. 14. ed. São Paulo: Atlas, 2018. 390 p.

PERLIN, M. S. **Poupando e Investindo em Renda Fixa: uma abordagem baseada em dados**. [s.l]: [s.n.], 2019. 181 p.

PINHEIRO, J. **Mercado de Capitais: fundamentos e técnicas**. 7. ed. [S.l.]: Atlas, 2013. 624 p.

PINHEIRO, J. **Mercado de Capitais**. 9. ed. São Paulo: Atlas Ltda, 2019. 640 p.

PINHEIRO, J. L. *et al.* **Gestão de Riscos no Mercado Financeiro**. São Paulo: Saraiva, 2018. 280 p.

QUANTIDADE de gestoras na indústria de fundos tem crescimento em 2018. **Economática**, 2018. Disponível em: <<http://insight.economica.com/cresce-numero-de-gestoras-na-industria-de-fundos-2018/>> Acesso em: 27 set. 2020.

ROCHA, M. D. **Análise de desempenho de fundos de renda fixa no Brasil por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA)**. 2013. 120 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

SECURATO, J. R. **Decisões Financeiras em Condições de Risco**. São Paulo: Atlas, 1996.

TOBIN, J. Estimation of relationship for limited dependent variables. **Econometrica** v. 26, n. 1, p. 24–36, 1958.

XP INVESTIMENTOS (São Paulo). **Guia completo sobre Fundos de Investimento**: entenda como aplicar e o que fazer. Entenda como aplicar e o que fazer. 2020. Disponível em: <<https://conteudos.xpi.com.br/aprenda-a-investir/relatorios/guia-completo-sobre-fundos-de-investimento-entenda-como-aplicar-e-o-que-fazer/>>. Acesso em: 22 jul. 2020.