

Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP  
Escola Paulista de Política, Economia e Negócios - EPPEN

Pedro Paulo Barreto Suzuki

**CRÉDITO PRÉ-FIXADO COM OPÇÕES: UMA ANÁLISE DA  
ESTRATÉGIA BOX SPREAD NO CONTEXTO DO FINANCIAMENTO  
DE CAPITAL DE GIRO NO MERCADO BRASILEIRO**

Osasco, SP

2021

Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP

Escola Paulista de Política, Economia e Negócios - EPPEN

Pedro Paulo Barreto Suzuki

**CRÉDITO PRÉ-FIXADO COM OPÇÕES: UMA ANÁLISE DA  
ESTRATÉGIA BOX SPREAD NO CONTEXTO DO FINANCIAMENTO  
DE CAPITAL DE GIRO NO MERCADO BRASILEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola Paulista de Política, Economia e Negócios – EPPEN da Universidade Federal de São Paulo como requisito para obtenção do título de Bacharel em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Bolivar Godinho de Oliveira Filho

Osasco, SP

2021

Autorizo a reprodução e divulgação, total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Unifesp Osasco e Departamento de Tecnologia da Informação Unifesp Osasco, com os dados fornecidos pelo autor.

S968c SUZUKI, Pedro Paulo Barreto.

Crédito pré-fixado com opções: uma análise da estratégia *box spread* no contexto do financiamento de capital de giro no mercado brasileiro. Pedro Paulo Barreto Suzuki. São Paulo, SP. 2021. 92 f. :il.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Administração) – Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Política, Economia e Negócios, Osasco, 2021.

Orientador: Professor Dr. Bolivar Godinho de Oliveira Filho

Título em outro idioma: Prefixed rate credit through stock options: an analysis on the box spread strategy in the context of working capital funding in the brazilian market.

1. Derivativos (Finanças). 2. Mercado de opções. 3. Box spread. 4. Capital de giro. 5. Crédito. I. Oliveira Filho, Professor Dr. Bolivar Godinho de, II. TCC - Unifesp/EPPEN. III. Título.

CDD: 658.152

Pedro Paulo Barreto Suzuki

CRÉDITO PRÉ-FIXADO COM OPÇÕES: UMA ANÁLISE DA ESTRATÉGIA BOX  
SPREAD NO CONTEXTO DO FINANCIAMENTO DE CAPITAL DE GIRO NO  
MERCADO BRASILEIRO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola Paulista de Política, Economia e Negócios – EPPEN da Universidade Federal de São Paulo como requisito para obtenção do título de Bacharel em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Bolivar Godinho de Oliveira Filho

**Data da aprovação:**

25/02/2021

**BANCA EXAMINADORA:**



---

**Professor Dr. Bolivar Godinho de Oliveira Filho**

Universidade Federal de São Paulo



---

**Professor Dr. Danilo Braun Santos**

Universidade Federal de São Paulo

## **Agradecimentos**

Venho por meio deste dedicar este trabalho de conclusão de curso a meus professores, em especial ao meu orientador Bolivar Godinho, sem o qual o presente trabalho não seria possível; à minha família, em especial a meus pais, Alessandro Suzuki e Sheila Barreto, a meus avós, Sandra Regina, Eulália Barreto e José Botelho, a meus tios e tias Shirley Barreto, Suely Barreto, Gabriel Barreto, Rivelino Lopes, Wellington Santana, Julio Suzuki, Ariana Rezende, Carolayne Silva e Luiz Alves Correia, a meus primos e primas Camilly Barreto, Danilo Franceschi, Lavinia Barreto e Valentina Barreto; aos meus colegas na universidade que me acompanharam nesta jornada; ao contribuinte; à Universidade Federal de São Paulo, por proporcionar a mim e a meus colegas ensino de alta qualidade; ao Banco Central do Brasil e à B3 pela disponibilização das bases de dados; aos autores de estudos anteriores; a Ryan Dahl e todos os desenvolvedores do projeto Deno.

## Resumo

O presente estudo analisa a viabilidade do modelo de captação de capital de giro através do mercado de opções brasileiro, com uso da estratégia *box spread*. Para isso, são analisadas as cotações de opções padronizadas negociadas pela B3, de forma a analisar o custo-base da operação, comparando as taxas obtidas com outros métodos clássicos de obtenção de capital de giro, além de alguns indicadores de crédito. Fica claro que, apesar da maioria das operações de *box spread* apresentar taxas de juros elevadas, uma parcela significativa de operações apresentam uma boa oportunidade de redução de custos de crédito para as empresas brasileiras.

Palavras-chave: derivativos, opções, *box spread*, capital de giro, necessidade de capital de giro, crédito, desconto de duplicatas, fomento mercantil, taxa preferencial brasileira, indicador de custo de crédito, B3, Deno, Javascript.

## **Abstract**

The paper aims to comprehend the viability of funding working capital requirements on Brazilian companies through the usage of the stock option portfolio composition strategy known as box spread. Thus, analysis on stock option prices based on São Paulo Stock Exchange data has been performed, aiming on analysing the strategy base cost and performing a comparison with classic working capital funding methods used by Brazilian organizations, such as working capital bank renting, short-term receivables discounting and factoring operations, as well as important national credit indexes, such as the Brazilian prime rate and the credit cost index. It becomes clear that, while most box spread operations present meaningfully high interest rates, a good portion of them end up representing a worthwhile opportunity of lower credit cost for Brazilian companies.

Keywords: derivatives, stock options, box spread, working capital, working capital requirement, credit, receivables discounting, factoring, Brazilian prime rate, credit cost index, B3, Deno, Javascript.

## **Sumário**

<b>1 Introdução</b>	<b>15</b>
1.1 Problema de pesquisa	16
1.2 Objetivos	16
1.3 Justificativa	16
<b>2 Fundamentação Teórica da Pesquisa</b>	<b>17</b>
2.1 Capital de giro	17
2.2 Financiamento de capital de giro	19
2.2.1 Empréstimo bancário para capital de giro	19
2.2.2 Desconto de duplicatas	21
2.2.3 Fomento mercantil	24
2.3 Indicadores de crédito	26
2.3.1 Taxa preferencial brasileira	27
2.3.2 Indicador de custo de crédito	30
2.4 Mercado de opções	32
2.5 Sistema de garantias da bolsa de valores	37
2.6 Estratégias com opções	40
2.7 Box spread	42
2.8.1 Compra de box spread	43
2.8.2 Venda de box spread	45
<b>3 Metodologia da Pesquisa</b>	<b>47</b>
<b>4 Apresentação e Análise dos Dados</b>	<b>49</b>
4.1 Construção da base de operações	49
4.2 Distribuição dos dados	55
4.3 Comparação com outras modalidades de crédito	63
<b>5 Discussão dos Resultados</b>	<b>71</b>

<b>6 Considerações Finais</b>	<b>72</b>
<b>Referências</b>	<b>75</b>
<b>Apêndice A - Script para setup da análise - box spread</b>	<b>84</b>
<b>Apêndice B - Layout completo para série histórica da B3 - CSV</b>	<b>85</b>
<b>Apêndice C - Script para composição da estratégia box spread</b>	<b>86</b>
<b>Apêndice D - Funções auxiliares</b>	<b>90</b>

## **LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS**

ABBC - Associação Brasileira de Bancos

ANFAC - Associação Nacional de Fomento Comercial

B3 - Brasil, Bolsa, Balcão

BCB - Banco Central do Brasil

BM&F - Bolsa de Mercadorias & Futuros

BOVESPA - Bolsa de Valores de São Paulo

CCL - Capital Circulante Líquido

CET - Custo Efetivo Total

CMN - Conselho Monetário Nacional

CME - Chicago Mercantile Exchange

CVM - Comissão de Valores Mobiliários

DI - Depósito Interfinanceiro

IBRI - Instituto Brasileiro de Relações com Investidores

ICC - Indicador de Custo de Crédito

NCG - Necessidade de Capital de Giro

SELIC - Sistema Especial de Liquidação e Custódia

SFN - Sistema Financeiro Nacional

SPB - Sistema de Pagamentos Brasileiro

TPB - Taxa Preferencial Brasileira

## **LISTA DE FIGURAS E ILUSTRAÇÕES**

Figura 1 - Arquivo CSV contendo delimitações para o layout da base de dados da B3	50
Figura 2 - Carregamento do arquivo e filtro de opções	51
Figura 3 - Processamento da base de dados	52
Figura 4 - Função auxiliar para cálculo de intervalo em dias	52
Figura 5 - Filtro de opções que atendem ao parâmetro da estratégia de box spread	53
Figura 6 - Cálculo de tarifas, valor presente e valor futuro	54

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro 1 - Tipos de opções	33
Quadro 2 - Códigos de vencimento de opções: <i>call</i> e <i>put</i> .	36
Quadro 3 - Taxas de negociação, liquidação e registro da B3 para opções de ações.	37
Quadro 4 - Composição da operação de box spread.	42
Quadro 5 - Composição da operação de box spread para aplicação em renda fixa.	44
Tabela 1 - Cenários para a estratégia box spread no vencimento - renda fixa.	44
Quadro 6 - Composição da operação de box spread para tomada de crédito.	45
Tabela 2 - Cenários para a estratégia box spread no vencimento - tomada de crédito.	46

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Concessões de crédito para capital de giro	20
Gráfico 2 - Taxas de juros - empréstimo para capital de giro	21
Gráfico 3 - Concessões de crédito para desconto de duplicatas e recebíveis	22
Gráfico 4 - Taxas de juros para desconto de duplicatas e recebíveis	23
Gráfico 5 - Fator de desconto ANFAC + ad valorem	25
Gráfico 6 - Custo de antecipação de recebíveis - factoring e desconto bancário	26
Gráfico 7 - Taxa Preferencial Brasileira x Taxa DI	28
Gráfico 8 - Spread entre a Taxa Preferencial Brasileira e a Taxa DI	29
Gráfico 9 - ICC: desconto de duplicatas, capital de giro e pessoa jurídica	32
Gráfico 10 - Operações no mercado de opções	34
Gráfico 11 - Proporção entre opções do tipo <i>call</i> e <i>put</i>	35
Gráfico 12 - Percentual de opções elegíveis para composição de box spread	55
Gráfico 13 - Percentual de combinações com saída de caixa no valor presente	56
Gráfico 14 - Combinações válidas para a estratégia de box spread	57
Gráfico 15 - Histograma - saldo de prêmios descontados os custos de transação	58
Gráfico 16 - Histograma - saldo de exercícios descontados os custos de transação	59
Gráfico 17 - Histograma - prazos de vencimento da estratégia	60
Gráfico 18 - Histograma - taxas de juros da estratégia em capitalização contínua	61
Gráfico 19 - Estratégias de box spread mais baratas que empréstimo para capital de giro	63
Gráfico 20 - Estratégias de box spread mais baratas que capital de giro rotativo	64
Gráfico 21 - Estratégias de box spread mais baratas que o desconto de duplicatas	65
Gráfico 22 - Estratégias de box spread mais baratas que o factoring convencional	66
Gráfico 23 - Estratégias de box spread mais baratas que o ICC - giro total	67
Gráfico 24 - Estratégias de box spread mais baratas que o ICC - giro rotativo	68
Gráfico 25 - Estratégias de box spread mais baratas que o ICC - duplicatas	69

Gráfico 26 - Estratégias de box spread mais baratas que a taxa preferencial 70

Gráfico 27 - Estratégias de box spread mais baratas que a taxa DI 71

## 1 Introdução

Toda organização precisa de recursos para se financiar, sejam eles próprios, sejam eles de terceiros. Dessa forma, cabe às empresas buscar sempre novas formas de financiamento, seja para conseguir uma taxa de juros mais baixa, seja para realizar casamento de prazo entre seus passivos e recebíveis, ou mesmo para reduzir o risco de comprometer a integridade de seu fluxo de caixa.

Para se financiar, muitas empresas recorrem principalmente ao mercado de crédito (IBRI, CVM, 2015). Quando isso ocorre, as taxas e prazos são geralmente negociados diretamente com os bancos (IBRI, CVM, 2015). Dessa forma, empresas pequenas podem vir a se tornar vulneráveis nesse processo, pagando taxas mais altas ou com prazos desfavoráveis (IBRI, CVM, 2015), ainda mais considerando a imensa concentração do mercado bancário nacional. Segundo relatório do Banco Central do Brasil (2018b), as cinco maiores instituições bancárias do país detêm cerca de 82,8% do mercado bancário comercial brasileiro e concentram cerca de 85,9% das operações de crédito no país (dados de dez/2017).

Outras alternativas de financiamento clássico utilizadas pelas empresas incluem o uso do mercado de capitais, como pela emissão de notas promissórias comerciais, emissão de debêntures, assim como pela venda de ações, através de uma Oferta Pública de Ações, por exemplo (IBRI, CVM, 2015). Entretanto, nem sempre tais opções estão disponíveis para empresas de pequeno ou médio porte, ou ainda para empresas em processo de recuperação judicial ou outro fator de risco. (IBRI, CVM, 2015).

Quando tratamos do financiamento de capital de giro, algumas das principais ferramentas comumente utilizadas pelas empresas são os descontos de duplicatas a receber, as notas promissórias e as operações de factoring. (IBRI, CVM, 2015). Apesar disso, pouco ou nenhum foco é dado, em muitas vezes, para o mercado de derivativos, ou, mais precisamente, ao mercado de opções, quando o problema em questão é o financiamento de capital de giro. Pouco se sabe se outras operações, como estratégias de composição de carteira no mercado de opções, podem ser uma boa alternativa para as empresas brasileiras no tocante a captação de recursos no curto prazo.

Uma dessas estratégias é o chamado **box spread**, que consiste na combinação entre quatro contratos de opções distintos, composto por duas opções de compra e duas opções de venda, combinadas em dois preços de exercício distintos. Tal combinação, como veremos adiante, pode ser usada para a tomada de crédito com uma taxa pré-fixada, a qual pode vir a se tornar uma alternativa interessante de financiamento de capital de giro para as empresas brasileiras.

### 1.1 Problema de pesquisa

O problema do presente trabalho consiste na compreensão de como se dá o funcionamento da operação de *box spread* para o financiamento de capital de giro no mercado brasileiro, suas características, seus custos e sua viabilidade. Dessa forma, cabe a essa pesquisa responder à seguinte questão: Quão viável é a operação de *box spread* para captação de recursos de curto prazo pelas empresas brasileiras, quando comparada a métodos tradicionais de financiamento de capital de giro?

### 1.2 Objetivos

Como **objetivo geral**, é esperado que o presente trabalho gere uma maior compreensão acerca da viabilidade da operação de *box spread* no financiamento de capital de giro pelas empresas brasileiras. Da mesma forma, são **objetivos específicos** deste trabalho: a compreensão do procedimento de financiamento de capital de giro por *box spread*; a comparação da operação de *box spread* com alguns modelos tradicionais de financiamento de capital de giro, como empréstimo bancário para capital de giro, desconto de duplicatas, fomento mercantil; a comparação entre as taxas de juros da operação de *box spread* comparada com índices de custo de crédito nacionais, como a taxa preferencial brasileira e o índice de custo de crédito; a avaliação dos custos da operação de *box spread* para o financiamento de capital de giro para as organizações brasileiras no período de 2010 a 2019.

### 1.3 Justificativa

O mercado de derivativos brasileiro é uma importante ferramenta de *hedge*, especulação, arbitragem e alavancagem tanto para as empresas, quanto para os investidores (BM&F, 2007; BM&FBOVESPA, CVM, 2015; CVM, 2019), tendo movimentado, no ano de

2013, cerca de 5,029 trilhões de reais, em valor nominal, de títulos em estoque, sendo 3,901 trilhões, ou 77,6% do estoque total, negociados em bolsa. (CVM, 2015).

O mercado de opções padronizadas, mantido pela B3, é um componente importante do mercado de opções, tendo negociado, em 2013, 36,57% do montante total do mercado de derivativos nacional, representando, em valor nominal, cerca de 1,839 trilhões de reais. (CVM, 2015).

Contudo, pouco se sabe da aplicabilidade de um mercado tão grande para o financiamento de curto prazo das empresas, ainda mais através de taxas de juros pré-fixadas. Caso a operação de *box spread* se mostre verdadeiramente mais barata, menos complexa e menos arriscada para as empresas, pode vir a gerar uma contribuição significativa para baratear operações de crédito no país, assim como possivelmente reduzir a concentração bancária nacional.

## **2 Fundamentação Teórica da Pesquisa**

A presente pesquisa é fundamentada pelos conceitos de: capital de giro; modelos de financiamento de capital de giro, incluindo o empréstimo bancário para capital de giro, o desconto de duplicatas e o fomento mercantil; pelo indicador da taxa preferencial brasileira e pelo indicador de custo de crédito; pelo mercado de derivativos, pelas características do mercado de opções e suas principais estratégias, incluindo o sistema de garantias da Bolsa de Valores; assim como pelo modelo de crédito por *box spread*. Começaremos pelo conceito de capital de giro.

### **2.1 Capital de giro**

O **capital de giro** pode ser compreendido como o conjunto de recursos à disposição da empresa no curto prazo voltado para o financiamento de suas necessidades operacionais. Dessa forma, constitui-se o capital de giro elemento fundamental na administração dos recursos financeiros de curto prazo, devendo ser observado de perto pelas empresas. (BRAGA, 1991; BRAGA, MARQUES, 1995; SEIDEL, KUME, 2003). Enquanto o capital de giro bruto pode ser compreendido como conjunto de recursos disponíveis para a operação da empresa, o capital de giro líquido costuma ser interpretado como o saldo entre os ativos

operacionais e financeiros e os passivos operacionais e financeiros, indicador também conhecido como **capital circulante líquido** [CCL]. (BRAGA, 1991; BRAGA, MARQUES, 1995; SEIDEL, KUME, 2003).

A **necessidade de capital de giro** [NCG], também conhecida como necessidade de investimento em giro [NIG], ou ainda como investimento operacional em giro [IOG], é um dos principais indicadores financeiros para gestão de curto prazo. (BRAGA, 1991; SEIDEL, KUME, 2003) Sendo peça fundamental do *modelo Fleuriet*, pode ser calculado através da diferença entre as necessidades operacionais de curto prazo de uma empresa e sua capacidade de financiamento operacional. Ou seja, é um dos principais meios de verificar quanto recurso será necessário captar, seja por capital próprio, seja por capital de terceiros, com objetivo de garantir a capacidade da empresa de continuar a financiar suas operações de curto prazo. (BRAGA, 1991; BRAGA, MARQUES, 1995). Uma má gestão das necessidades de capital de giro de uma organização pode levar a descasamento de prazos, risco de inadimplência e, em alguns casos, até mesmo falência. (CAMARGOS *et al.*, 2019; SEIDEL, KUME, 2003). O NCG pode ser calculado através da diferença entre o ativo circulante cíclico [ACC] e o crescimento do passivo circulante cíclico [PCC]. (BRAGA, 1991; BRAGA, MARQUES, 1995; SEIDEL, KUME, 2003).

Segundo Seidel e Kume (2003), os principais motivadores para variações da necessidade de capital de giro de uma organização envolvem variações no preço dos estoques, mudança no tempo de permanência do estoque, alteração dos níveis de atividade econômica, variações no prazo de produção, mudanças nos prazos de pagamento de fornecedores e prazos de recebimento de clientes. Para compensar tais variações, os autores recomendam a constituição e manutenção de uma reserva de capital para variações da necessidade de capital de giro. (SEIDEL, KUME, 2003).

No entanto, quando as necessidades de capital de giro da empresa excedem as reservas financeiras da organização, ou quando o custo de oportunidade da organização supera o custo de crédito no mercado, passa a ser interessante a busca pelo financiamento de capital de giro. (BENATTI, 2007).

## 2.2 Financiamento de capital de giro

Existindo uma necessidade de capital de giro nas organizações, é necessário encontrar alguma maneira de financiar tais necessidades, seja através de capital próprio, como através de aportes de acionistas, ou através do capital de terceiros.

Diversos modelos de captação de crédito estão disponíveis para as organizações, cada qual com seus pontos fortes. Dentre as inúmeras operações pelas quais as empresas recorrem para poder financiar suas operações, é possível destacar alguns modelos difundidos no cenário empresarial brasileiro. Alguns métodos comuns para as empresas brasileiras captarem recursos de forma a atender suas necessidades de capital de giro são os **empréstimos bancários para capital de giro**, os **descontos de duplicatas**, e a venda de recebíveis para empresas de **fomento mercantil**. (BENATTI, 2007; IBRI, CVM, 2015).

### 2.2.1 Empréstimo bancário para capital de giro

A modalidade de **empréstimo bancário para capital de giro** está intimamente ligada ao investimento em atividades operacionais, com estabelecimento de prazos, taxas e garantias específicas para a modalidade. (BCB, 2019b). Em alguns casos, os bancos podem apresentar linhas de crédito personalizadas, geralmente voltados para micro e pequenas empresas ou para setores específicos da economia ou voltadas para o desenvolvimento regional. (SEBRAE, 2014).

O Banco Central realiza o acompanhamento das operações de crédito para capital de giro, classificando as operações nas modalidades de liquidação em até 365 dias, superiores a 365 dias e na modalidade de crédito rotativo. (BCB, 2019b). São consideradas concessões apenas as operações em que a instituição financeira efetivamente realiza o desembolso ao tomador de crédito. (BCB, 2013, 2019b).

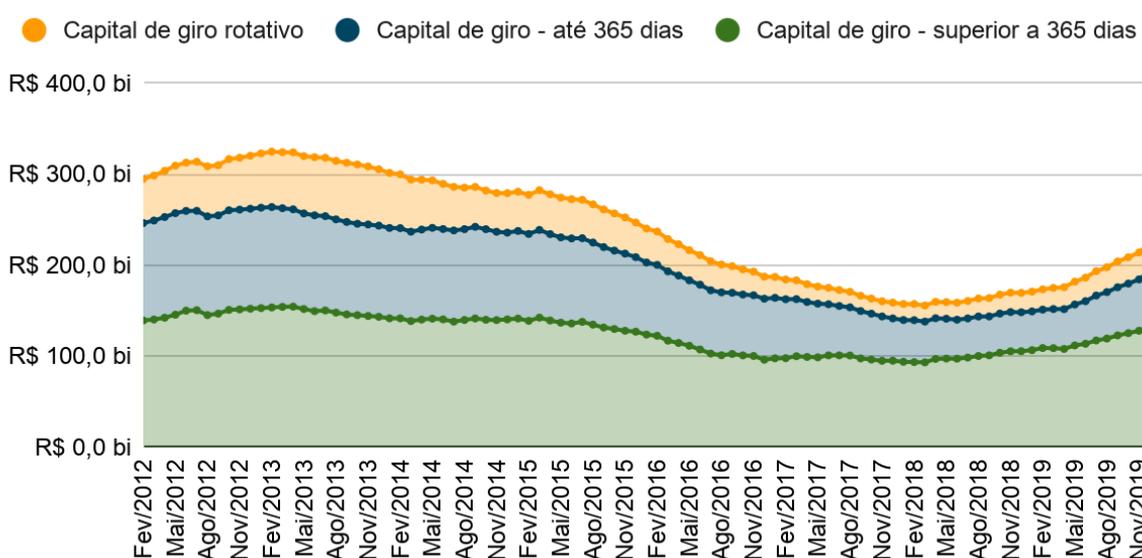
Isso é especialmente importante para a categoria de crédito rotativo, visto que o valor de crédito pré-aprovado pela instituição bancária não necessariamente corresponde ao crédito tomado pela empresa, sendo inclusive comum a concessão de créditos rotativos volumosos por parte dos bancos ao longo do mês que acabam não sendo tomados pela organização. (BCB, 2013).

Em 2019, cerca de 224 bilhões de reais em concessões de crédito foram destinados para financiamento de capital de giro, cerca de 32% acima dos valores de 2018. Em dezembro de 2019, as operações de longo prazo representam cerca de 60% das concessões de crédito para capital de giro, seguido pelas operações de curto prazo, com cerca de 26%, com as operações de crédito rotativo representando cerca de 14% do volume de operações da modalidade. (BCB, 2021)

Gráfico 1 - Concessões de crédito para capital de giro

## Concessões de crédito para capital de giro

2012 a 2019 - Totais anuais móveis em R\$ bi



Fonte: Banco Central do Brasil (2021).

As taxas de juros cobradas nas modalidades de capital de giro com prazo de pagamento de até 365 dias e superior a 365 dias apresentam comportamento similar, não se distanciando muito da taxa média de juros agregada da categoria. (BCB, 2021).

A taxa de juros média de até 365 dias apresentou correlação acima de 95% com as taxas totais e para prazos superiores a 365 dias no período. A correlação entre a taxa de longo prazo e a taxa total foi ainda maior, de cerca de 99%, o que não foge muito do esperado, visto a liderança no volume de operações.

O crédito rotativo, no entanto, apresenta taxas de juros cerca de 1.6 vezes maiores ao total da categoria, o que ajuda a explicar o menor volume de operações na modalidade, além

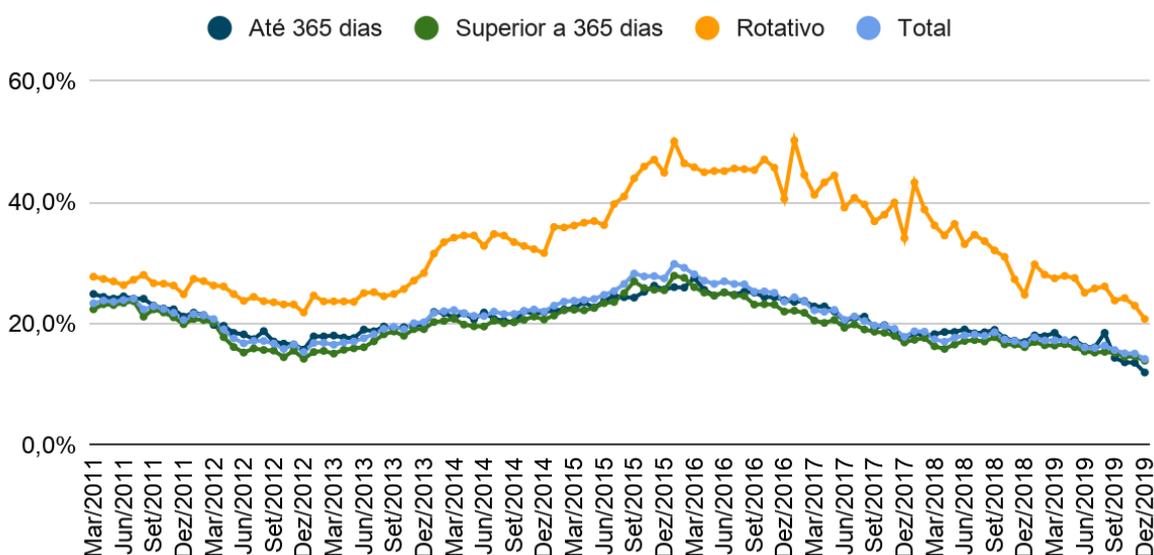
de apresentar correlação mais fraca, de 69% a 75%, com as outras categorias de crédito. (BCB, 2021).

Considerando o crédito rotativo como uma forma de crédito pré-aprovado, disponível para uso pela organização a qualquer momento, passa a ser compreensível a cobrança de valores superiores aos praticados pelos modelos de capital de giro tradicionais. (BCB, 2013, 2019b).

Gráfico 2 - Taxas de juros - empréstimo para capital de giro

## Empréstimo para capital de giro

2011 a 2019 - Juros (% a.a)



Fonte: Banco Central do Brasil (2021).

### 2.2.2 Desconto de duplicatas

Dada a necessidade de melhor atender a demanda do mercado consumidor e possibilitar a expansão do volume de negócios da empresa, muitas vezes é necessário realizar vendas a prazo, as quais, apesar de permitirem maior volume de vendas, também acarretam riscos de prazo, fluxo de caixa e inadimplência, além de incorrerem os custos de oportunidade e sofrerem de efeitos inflacionários. (BRITO, 2015). Desse modo, passa a ser interessante para a organização a possibilidade de antecipação desses recebíveis.

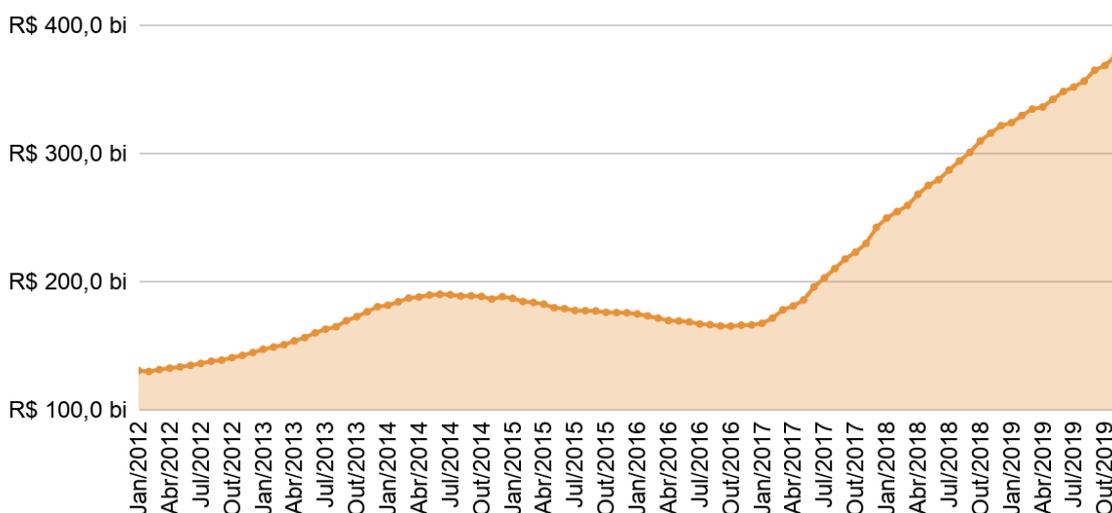
O processo de **desconto de duplicatas** é uma operação bancária de antecipação de duplicatas mercantis ou outros recebíveis mediante operação de desconto bancário (BCB, 2013; IBRI, CVM, 2015). Constitui-se como uma das principais operações de crédito comercial, realizando a antecipação em contrapartida ao pagamento de uma taxa de desconto. (BCB, 2013; IBRI, CVM, 2015).

“O desconto de títulos ou duplicatas é a operação bancária de entrega de valor de um título ao seu detentor, antes do prazo de vencimento, mediante o pagamento de determinada quantia. Na operação, cede-se ao banco duplicatas ou notas a vencer em troca de pagamento à vista de um valor menor do que o do título. Geralmente se cobra, além do juro antecipado, Imposto sobre Operações Financeiras (IOF) e uma Taxa de Abertura de Crédito (TAC) com o objetivo de cobrir despesas operacionais dos bancos.” (IBRI, CVM, 2015, p. 37).

A modalidade vem apresentando um crescimento substancial, tendo movimentado cerca de 386 bilhões de reais no ano de 2019 em concessões de crédito, apresentando um crescimento de 20.3% em relação ao ano de 2018. (BCB, 2021). Como é possível notar no gráfico abaixo, houve um grande crescimento no volume de operações de descontos de duplicatas a partir de 2016, quando a operação movimentou cerca de 166 bilhões de reais.

Gráfico 3 - Concessões de crédito para desconto de duplicatas e recebíveis

### Concessões de crédito para desconto de duplicatas e recebíveis 2012 a 2019 - Totais anuais móveis em R\$ bi



Fonte: Banco Central do Brasil (2021).

Vale salientar que a operação de desconto de duplicatas não implica em transferência de risco de inadimplência. Ou seja, caso os clientes da organização não venham a cumprir suas obrigações financeiras, caberá à empresa tomadora de crédito, e não ao banco, o pagamento dos valores não recebidos. (IBRI, CVM, 2015).

O Banco Central do Brasil, em sua base de dados abertos, divulga a série histórica das taxas médias de juros para novos contratos de desconto de duplicatas. Como é possível observar no gráfico abaixo, as taxas de juros para a modalidade vêm caindo de forma significativa desde meados de 2016, o que ajuda a explicar o aumento no volume de operações. Em dezembro de 2016, a taxa média de juros para desconto de duplicatas se encontrava em cerca de 30.2% ao ano, enquanto em dezembro de 2019, foram alcançadas taxas de 14.8% ao ano. (BCB, 2021).

Gráfico 4 - Taxas de juros para desconto de duplicatas e recebíveis

### Desconto de duplicatas e recebíveis

2000 a 2019 - Juros (% a.a)



Fonte: Banco Central do Brasil (2021).

Um dos pontos fracos dessa operação para o financiamento de capital de giro é que o desconto de duplicatas prevê a existência de contas a receber para antecipação pela empresa, que nem sempre podem existir, ou ainda podem apresentar volume menor do que o

necessário. Também podem ser negativamente impactados por altas taxas de inadimplência ou grandes variações de comportamento, principalmente quando o volume de negócios da empresa é reduzido.

### 2.2.3 Fomento mercantil

As operações de **factoring**, também conhecidas como operações de **fomento mercantil**, ou ainda como **fomento comercial**, são operações de antecipação de recebíveis, com transferência de risco, sobre a qual incide uma taxa de desconto. (IBRI; CVM, 2015; SANTOS, 2017; STABILE, 2012). Se difere do modelo de desconto de duplicatas pelo fato de não ser realizado por bancos, mas sim por instituições não-financeiras. (IBRI; CVM, 2015; SANTOS, 2017).

No modelo de factoring convencional, é realizada a compra de duplicatas a prazo, aplicando-se um deságio, que engloba os custos fixos da operação, a taxa de desconto e o risco de inadimplência, o qual é conhecido como **fator de deságio**, ou fator de compra. (ANFAC, 2009). Também pode ser cobrado um valor de comissão, conhecido como cobrança *ad valorem*, fixada geralmente entre 0.25% e 1.00% do valor de face (SANTOS, 2017).

A Associação Nacional das Sociedades de Fomento Mercantil - ANFAC, é uma das principais organizações brasileiras do setor de fomento comercial, sendo responsável pelo cálculo do **fator ANFAC**, o qual é uma medida base para a cobrança do fator de deságio, sendo uma taxa indicativa, ou seja, sem fator vinculante. Isso permite às organizações terem um parâmetro comparativo para suas operações, mas sem a obrigação de usá-la de fato. (ANFAC, 2009; SANTOS, 2017).

“A ANFAC (Associação Nacional das Sociedades de Fomento Mercantil ou Factoring) é a principal entidade representativa do setor do fomento mercantil brasileiro, sendo uma entidade civil, sem fins lucrativos, de caráter privado e de âmbito nacional. Tem por objetivo divulgar os verdadeiros conceitos do factoring, como mecanismo socioeconômico de apoio gerencial e financeiro, bem como prestar toda assistência necessária às sociedades de fomento mercantil filiadas.” (STABILE, 2012, p. 39).

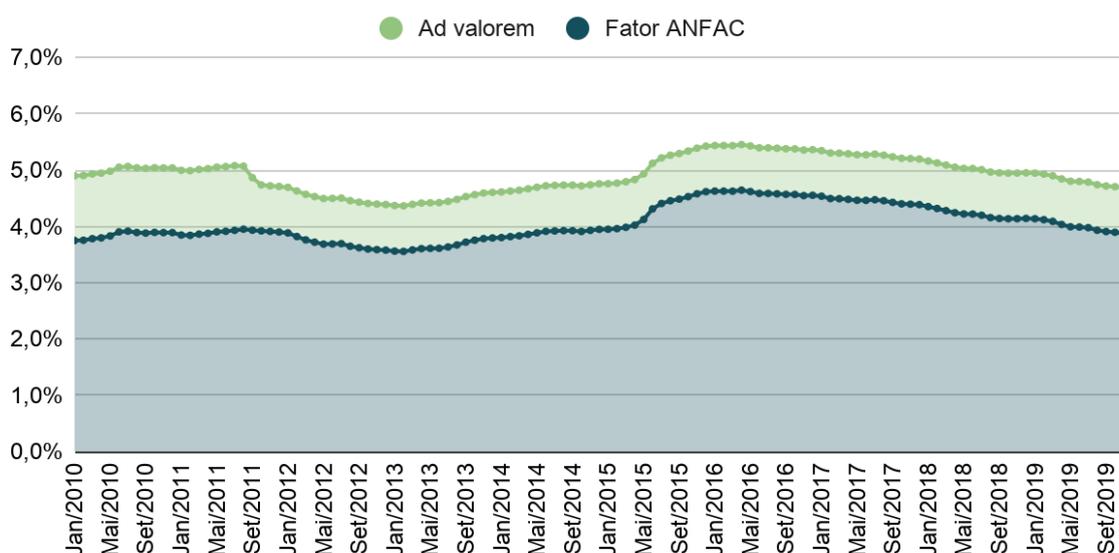
Ao passo que o fator ANFAC não representa necessariamente uma média de todas as operações de fomento comercial exercidas no Brasil, o indicador é uma medida interessante

para análise da evolução dos fatores de desconto no tempo, visto analisar os custos esperados, já incluindo as margens de lucro e spread da empresa de factoring. (ANFAC, 2009; SANTOS, 2017).

Gráfico 5 - Fator de desconto ANFAC + ad valorem

### Fomento comercial - Fator ANFAC

2000 a 2019 - Desconto comercial (% valor de face)



Fonte: Associação Nacional das Sociedades de Fomento Comercial (2021).

Ao converter os fatores de deságio para uma taxa de juros anual e compará-la ao desconto bancário, fica claro que os descontos de duplicatas possuem uma menor taxa de juros efetiva, aumentando o valor a ser recebido pela empresa. Entretanto, convém lembrar que, enquanto no caso do fomento comercial, há a transferência dos riscos de inadimplência, diferente do desconto de duplicatas, no qual a empresa é obrigada a arcar com os custos de clientes que não cumprirem suas obrigações. (IBRI; CVM, 2015; SANTOS, 2017; STABILE, 2012).

Vale ressaltar, no entanto, que as atividades de fomento comercial nem sempre se limitam ao mero desconto de títulos, sendo comum a venda de outros serviços agregados, incluindo serviços de cobrança, financiamento de matéria prima ou infraestrutura ou mesmo consultoria financeira e mercadológica. (ANFAC, 2009; GARCIA, 1991; SANTOS, 2017).

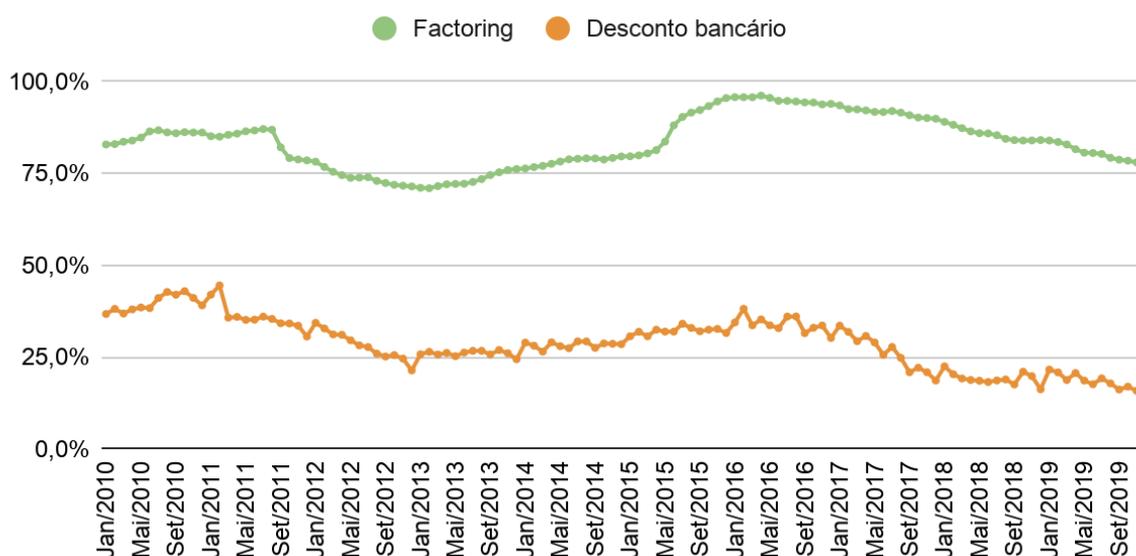
“Outro problema enfrentado pelo "factoring" é a falta de conhecimento da atividade por parte de seu público alvo, pois a imagem que se tem das empresas do setor é que sua única finalidade seja o desconto de duplicatas. Na verdade, os objetivos destas empresas são bastante amplos, pois vão desde a gestão de crédito e cobrança, passando pelo financiamento dos prazos de venda e atingindo a assessoria econômica e gerencial.” (GARCIA, 1991, pp. 12-13).

Ainda assim, as taxas de juros implícitas em operações de factoring superam em muito os custos de desconto bancário, chegando a apresentar taxas 2 a 5 vezes maiores aos valores praticados pelas instituições financeiras.

Gráfico 6 - Custo de antecipação de recebíveis - factoring e desconto bancário

### Custo de antecipação de recebíveis

2010 a 2019 - Taxa de juros (% a.a)



Fonte: Associação Nacional das Sociedades de Fomento Comercial (2021); Banco Central do Brasil (2021).

## 2.3 Indicadores de crédito

Além das operações de financiamento de capital de giro descritas acima, também é possível realizar uma comparação com alguns indicadores de crédito importantes do mercado de crédito nacional, os quais podem descrever de forma mais geral o funcionamento do mercado de crédito brasileiro, mesmo que seus fins se estendam para além do financiamento

de capital de giro em si. Dentre os principais indicadores de crédito nacionais, podemos destacar a **taxa preferencial brasileira** e o **indicador de custo de crédito**.

### 2.3.1 Taxa preferencial brasileira

Sendo divulgada pelo Banco Central desde setembro de 2011, a **taxa preferencial brasileira**, também conhecida como *brazilian prime rate*, é um importante indicador de custo de crédito nacional. (ABBC, 2013; BCB, 2019a). A taxa é divulgada a partir da data-base de janeiro de 2005, sendo calculada a partir de operações entre instituições financeiras e clientes considerados como de baixíssimo risco de inadimplência, como grandes empresas nacionais e com fluxo financeiro saudável. (ABBC, 2013; BCB, 2019a).

Atualmente, a taxa preferencial é calculada através de informações advindas do Sistema de Informação de Crédito [SCR], de onde são extraídos os Custos Efetivos Totais [CET], calculados sobre cada operação de crédito efetuada pelas instituições financeiras. (BCB, 2019a).

Como principais critérios para definição de quais empresas serão classificadas como instituições de baixo risco de inadimplência, são observadas diversas características, com destaque para o porte da empresa, a classificação de risco das operações da organização e a modalidade de crédito tomado. (BCB, 2019a). As instituições financeiras elegíveis para compor o indicador devem pertencer aos macrosegmentos bancários de bancos múltiplos, bancos comerciais ou bancos de investimento, sendo excluídos os bancos de montadoras, os quais poderiam reduzir artificialmente os custos de crédito, dado apresentarem juros mais baixos como forma de incentivo para o mercado de veículos automotores. (BCB, 2019a).

Já ao analisar os tomadores de crédito, devem ser respeitados dois critérios: a pessoa jurídica tomadora do empréstimo deve ser classificada como de grande porte no Sistema de Informação de Crédito SCR e deve possuir porcentagem de saldo classificado como AA ou A superior a 90% de sua carteira no Sistema Financeiro Nacional. (BCB, 2019a).

Por fim, apenas serão aceitas novas operações de crédito com prazo de vencimento acima de 30 dias e menor que dois anos, com fonte de recursos livres, com taxas prefixadas ou flutuantes atreladas à taxa de depósito interfinanceiro (taxa DI) e que pertençam a uma das

seguintes modalidades: capital de giro, vendor, comprar, recebíveis adquiridos, desconto de duplicatas, desconto de cheques, aquisição de bens (veículos automotores ou outros bens), comercialização, industrialização, arrendamento financeiro de veículos automotores, títulos e créditos a receber. (BCB, 2019a). Os critérios de Instituição Financeira, Tomador de Crédito e Modalidade de Operação devem ser satisfeitos concomitantemente para que a operação financeira seja considerada para composição do índice. (BCB, 2019a).

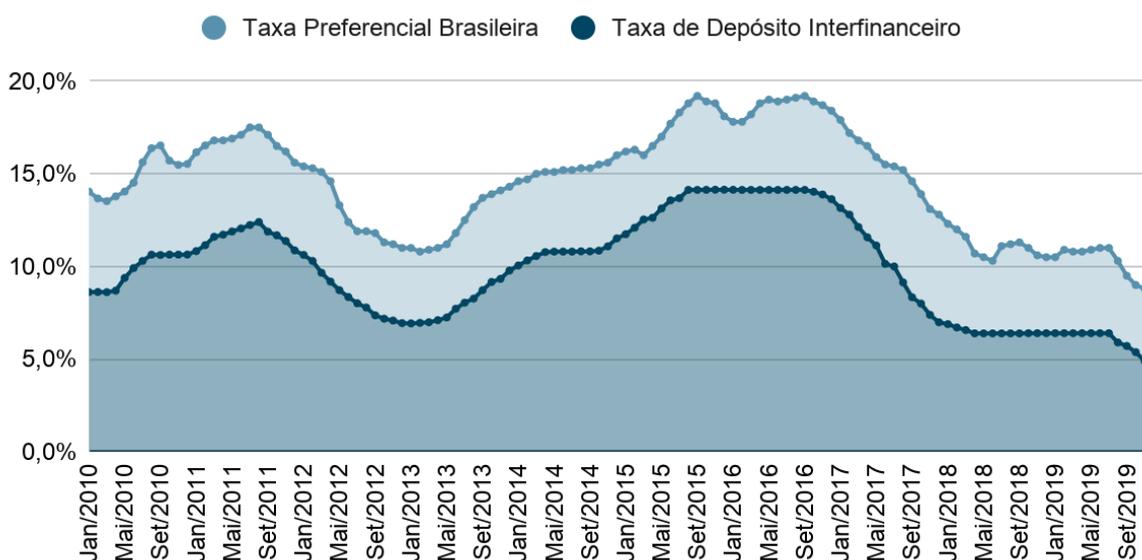
Tendo o espaço amostral definido, são retirados valores extremos que possam enviesar a amostra. Para isso, são retiradas as taxas de juros com valor inferior ao primeiro quartil e superior ao terceiro quartil, porém ampliados em ambas as direções por três meios da distância interquartil. Todo e qualquer valor que não estiver contido neste intervalo é excluído da análise. (BCB, 2019a).

Segundo análises da Associação Brasileira de Bancos [ABBC], a taxa preferencial brasileira apresenta um comportamento semelhante à taxa SELIC, mostrando alta correlação e coincidência de picos e vales. (ABBC, 2013). O mesmo pode ser observado ao comparar os dados de 2010 a 2019, os quais apresentaram correlação acima de 98% no período.

Gráfico 7 - Taxa Preferencial Brasileira x Taxa DI

## Taxa Preferencial Brasileira x DI

2010 a 2019 - Juros (% a.a)

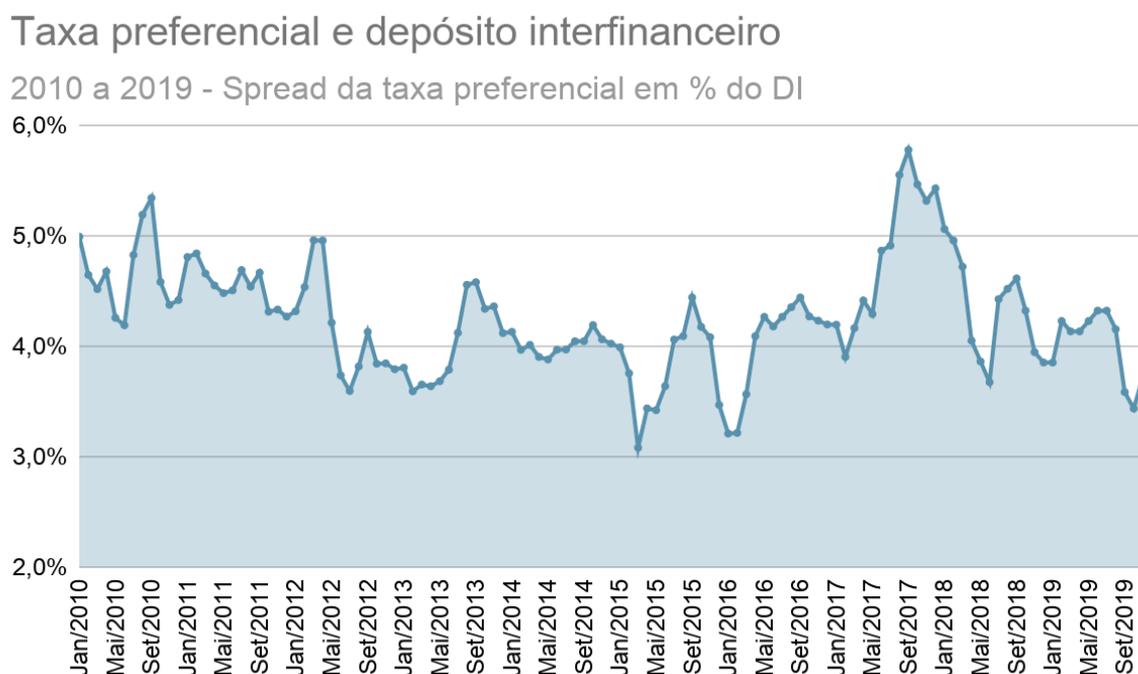


Fonte: Banco Central do Brasil (2021); Brasil, Bolsa, Balcão (2021b).

Considerando a proximidade entre a taxa SELIC e a taxa de depósito interfinanceiro (COSTA, RUBIK, 2008), é esperada também certa semelhança entre o comportamento da taxa preferencial e da taxa DI. Analisando o período de janeiro de 2010 a dezembro de 2019, é possível encontrar uma correlação também acima de 98%, com grande coincidência de picos e vales.

Dado que a taxa DI integra parte substancial do custo de crédito para os bancos, principalmente devido às operações *overnight* (COSTA, RUBIK, 2008; SÁ, 2016), mas também por diversos títulos serem emitidos como percentuais da taxa DI, como no caso dos CDBs, além de ser constituída como uma das taxas de juros básica da economia, ao lado da taxa SELIC (COSTA, RUBIK, 2008; SALVALÁGIO, 2006; SÁ, 2016), ao passo que a taxa preferencial como componente importante de suas receitas, devido à redução do risco de inadimplência da carteira que compõe o indicador, é possível observar certa estabilidade no *spread* para tais empréstimos de baixo risco, fluuando entre 3.1% e 5.8%, conforme observado no gráfico abaixo.

Gráfico 8 - Spread entre a Taxa Preferencial Brasileira e a Taxa DI



Fonte: Banco Central do Brasil (2021); Brasil, Bolsa, Balcão (2021b).

Visto a característica de baixo risco da taxa preferencial brasileira, essa taxa se apresenta como um ótimo instrumento para comparação com outras modalidades de crédito, podendo ser constituída como uma espécie de taxa básica para o mercado de crédito, assim como a taxa SELIC constitui a taxa básica para aplicações financeiras e para a própria economia. (COSTA, RUBIK, 2008; SALVALÁGIO, 2006).

### **2.3.2 Indicador de custo de crédito**

O **indicador de custo de crédito [ICC]** é uma medida calculada mensalmente pelo Banco Central, com objetivo de gerar informação sobre o custo médio de crédito no mercado nacional, de forma a complementar estatísticas produzidas sobre o tema. (BCB, 2018a).

Um aspecto importante deste indicador é ter como base a utilização de contratos de crédito em aberto, ou seja, integraliza em sua metodologia de cálculo operações de crédito contratadas em períodos anteriores, e não apenas o uso de novos contratos, como no caso de outras estatísticas. (BCB, 2018a, 2019b).

“As estatísticas de taxas de juros tradicionais fornecem informações detalhadas sobre as novas contratações de crédito a cada mês. Nesse sentido, contribuem para o acompanhamento tempestivo da transmissão das decisões de política monetária pelo canal do crédito e proveem estímulo à concorrência entre as instituições financeiras. Contudo, os custos que oneram os tomadores de crédito no presente compreendem também os pagamentos de juros referentes a operações ainda ativas, mas contratadas em períodos anteriores, que não são consideradas nas estatísticas preexistentes. Nas modalidades com prazos mais longos, como os financiamentos imobiliários, por exemplo, as taxas de juros correntes tendem a apresentar evolução diferente da observada na carteira de crédito como um todo quando ocorrem alterações no ciclo monetário. Além disso, as taxas de juros per se não fornecem informação completa sobre o nível de utilização das diversas modalidades de crédito.” (Banco Central do Brasil, 2018a, p. 3).

Como metodologia de cálculo do indicador, além do uso de contratos em aberto, também é utilizado o custo efetivo total [CET], o qual é calculado através da taxa interna de retorno de todas as entradas e saídas do fluxo de caixa de determinada operação, incluindo impostos, taxas, emolumentos, tarifas, tributos, seguros, entre outros custos adicionais da operação. (BCB, 2018a). Dessa forma, o indicador permite perceber qual o real custo de

tomada de crédito pelo tomador do empréstimo, mesmo que esse valor não corresponda inteiramente aos juros recebidos pelas instituições financeiras (BCB, 2018a), tornando o ICC um bom indicador para comparação de custo de tomada de crédito, mas talvez não tão interessante para estudos de aplicação de renda fixa e investimento.

Ao calcular o ICC de uma modalidade de crédito, o Banco Central realiza uma média ponderada dos custos efetivos totais de cada safra, reunindo todos os investimentos em uma única carteira, calculando, dessa forma, uma taxa implícita de juros entre os saldos em aberto e o montante de juros acumulado. (BCB, 2018a). No entanto, ao agregar diferentes modalidades de crédito, é realizada uma média entre os ICCs de cada modalidade ponderada pelos saldos remanescentes de cada carteira. (BCB, 2018a).

Para contornar o descasamento de prazos, o indicador analisa os custos de crédito do contrato no período de 1 mês, facilitando os cálculos e tornando o indicador mais flexível, visto não necessitar do cálculo de todos os períodos de cada carteira de empréstimos, tornando o ICC também mais imediato. (BCB, 2018a). Operações que tenham sido iniciadas e encerradas no mesmo mês, também conhecidas como operações intramês, não são incorporadas para fins de cálculo do ICC. (BCB, 2018a).

Outra limitação do ICC se relaciona à integralização de contratos de prazos distintos. Ao passo que operações de crédito de longo prazo possuem um risco de inadimplência no tempo mais elevado, o cálculo dos contratos em aberto no mês irá considerar tanto contratos de curto prazo, muitas vezes com prazo inferior a 180 dias, quanto contratos de longo prazo, certas vezes com vencimento acima de 10 ou 20 anos, o que pode gerar certa distorção no cálculo do indicador (BCB, 2018a).

“A suposição de constância das taxas de cada safra ao longo do tempo é uma limitação desse tipo de cálculo. Em uma mesma modalidade de crédito, as operações com prazo de vencimento maiores usualmente possuem taxas de juros mais altas, para compensar o maior risco. Como o indicador baseia-se no custo da carteira (todas as safras remanescentes), a hipótese de taxa média constante da safra pode estar subestimando o indicador ideal  $I^*$ , pois essas operações longas e de maior taxa permanecem na carteira por mais tempo.” (Banco Central do Brasil, 2018a, p. 11).

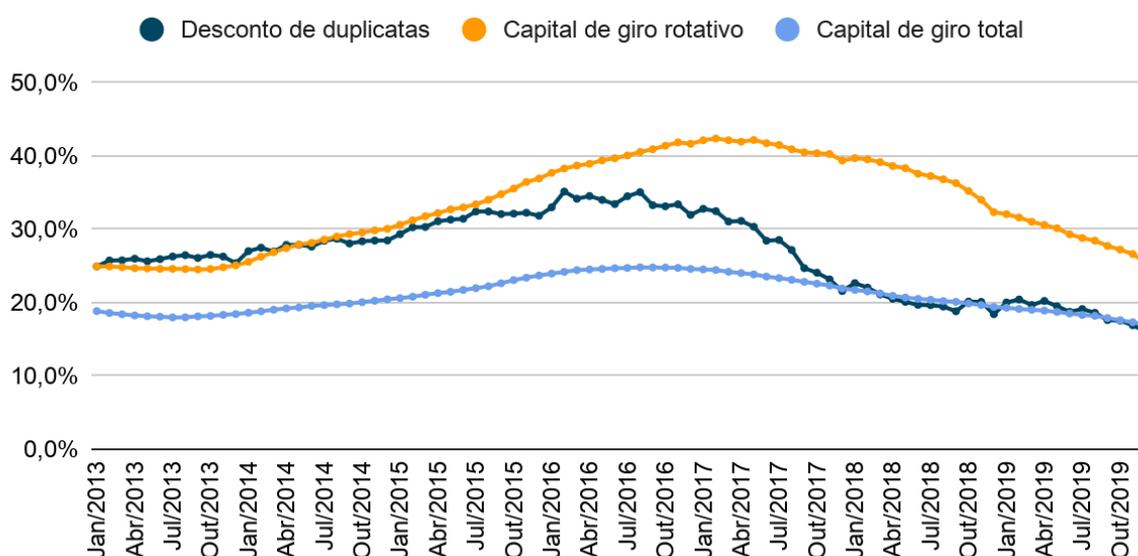
Segundo o Banco Central, o ICC corresponde a cerca de 87.5% do montante das operações de crédito do Sistema Financeiro Nacional. A série histórica do ICC tem início em janeiro de 2013, período em que o indicador passou a representar cerca de 68.2% das carteiras de crédito. Em março de 2018, esse valor alcançou cerca de 94.3%. (BCB, 2018a).

O indicador, divulgado pelo Banco Central do Brasil em formato de série histórica, está disponível para inúmeras modalidades de crédito distintas, incluindo as modalidades de desconto de duplicatas e capital de giro.

Gráfico 9 - Indicador de custo de crédito: desconto de duplicatas, capital de giro e pessoa jurídica

## Indicador de Custo de Crédito

2013 a 2019 - Juros (% a.a)



Fonte: Banco Central do Brasil (2021).

## 2.4 Mercado de opções

As opções são um tipo de contrato de cessão de direitos de compra ou venda de um ativo, o qual é conhecido como **ativo-objeto**, a um indivíduo (chamado geralmente de **titular** da opção), assim como obrigações a outro indivíduo (esse geralmente chamado de **lançador** da opção), durante certo intervalo de tempo (desde a emissão da opção até a data de vencimento da opção). Em contrapartida, o titular da opção paga ao lançador um **prêmio**,

geralmente monetário, pela cessão de tais direitos, o qual é sempre positivo. (ÁGORA, 2018; B3; 2019a, 2019b, BM&F, 2007; BM&FBOVESPA, CVM, 2015; CVM, 2019; HULL, 2015).

As chamadas opções padronizadas são opções negociadas diretamente na Bolsa de Valores [B3] (BM&FBOVESPA, CVM, 2015), apesar de ser possível também realizar contratos de opções flexíveis nos mercados de balcão, com possibilidade de registro na B3. (BM&FBOVESPA, CVM, 2015). As opções padronizadas possuem a vantagem de maior liquidez e maior padronização, como o nome sugere. Já as opções flexíveis possuem a vantagem de maior liberdade de definição de valores e termos específicos para cada parte. No presente trabalho, trataremos sempre das opções padronizadas.

As opções podem ser classificadas como operações de *call* (também chamadas de opções de **compra**), quando o titular possui o direito de comprar determinado ativo a um determinado preço, enquanto o lançador possui a obrigação de vendê-lo por esse mesmo preço; assim como operações de *put* (também chamadas de opções de **venda**), quando o titular possui o direito de vender o ativo a um determinado preço, enquanto o lançador possui a obrigação de comprá-lo por esse mesmo preço. (ÁGORA, 2018; B3, 2019a, 2019b; BM&F, 2007; BM&FBOVESPA, CVM, 2015; CVM, 2019).

Quadro 1 - Tipos de opções

<b>Posição</b>	<b>Opção de compra (<i>Call</i>)</b>	<b>Opção de venda (<i>Put</i>)</b>
Titular	Direito de comprar	Direito de vender
Lançador	Obrigação de vender	Obrigação de comprar

Fonte: adaptado de BM&FBOVESPA, CVM (2015, p. 61); CVM (2019, p. 312).

Vale ressaltar que o titular de uma opção, apesar de possuir o direito de exercer a compra ou venda do ativo-objeto, tal direito não necessariamente precisa ser exercido. O titular dos direitos da opção geralmente exercerá seu direito de compra ou venda apenas quando isso lhe for favorável, mas isso não é uma obrigação. (HULL, 2015).

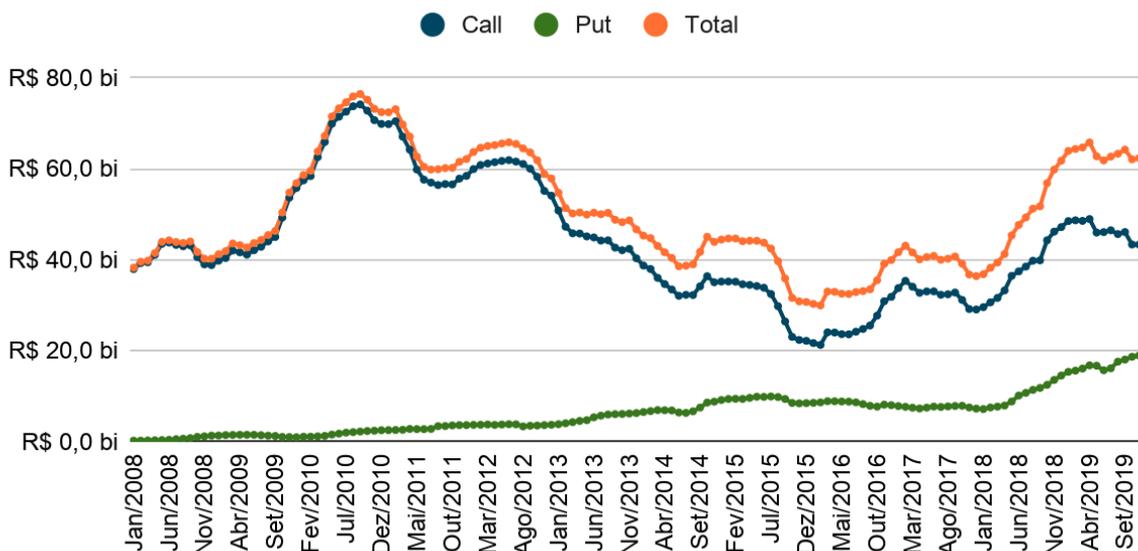
O mercado de opções sobre ações na bolsa de valores movimentou cerca de 64 bilhões de reais em 2019, sendo 45 bilhões em opções de compra e 19 bilhões em opções de venda, demonstrando um crescimento de cerca de 106% em relação a 2015, alcançando os patamares

de meados de 2010, principalmente devido ao aumento de negociações envolvendo opções de venda. (B3, 2021a).

Gráfico 10 - Operações no mercado de opções

### Operações no mercado de opções

2008 a 2019 - Totais anuais móveis em R\$ bi



Fonte: Brasil, Bolsa, Balcão (2021a).

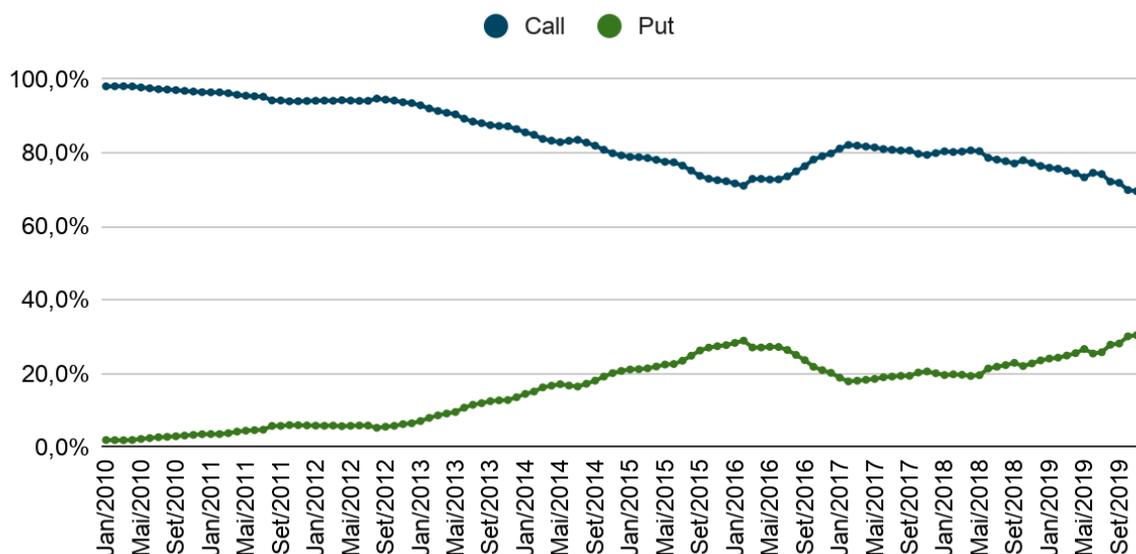
Como é possível notar, há uma certa preferência do mercado em relação às opções de compra. Dos 527 bilhões de reais negociados no mercado de opções de janeiro de 2008 a dezembro de 2019, apenas 85 bilhões, ou cerca de 14%, representavam opções de venda. Com o passar dos anos, é possível observar um aumento da participação das *puts* no mercado, alcançando cerca de 30% em 2019.

Conforme expresso por Comerlato (2014), ainda há menor liquidez em opções de venda, mas é possível notar uma expressiva melhora no volume de negociação de *puts* no período, aumentando a viabilidade da negociação de estratégias que combinem opções de compra e venda.

Gráfico 11 - Proporção entre opções do tipo *call* e *put*

## Opções de compra e venda

2010 a 2019 - Participação relativa no mercado



Fonte: Brasil, Bolsa, Balcão. (2021a).

É possível classificar as opções também quanto ao seu modelo de exercício, as quais, no **modelo americano**, podem ser exercidas a qualquer momento, enquanto, no **modelo europeu**, apenas podem ser exercidas na data de vencimento. (ÁGORA, 2018; BM&F, 2007; BM&FBOVESPA, CVM, 2015; CVM, 2019; HULL, 2015). Há também o **modelo asiático**, o qual define seu preço de exercício não de forma fixa, mas com base em indicadores pré-fixados, geralmente relacionados a valores médios da cotação do ativo-objeto, geralmente calculados através de média aritmética ou geométrica, em algum prazo pré-determinado, o qual não necessariamente precisa coincidir com a data de vencimento do contrato. (BM&FBOVESPA, CVM, 2015; DUARTE, Rebeca, 2015). Na B3, é permitido o uso de opções do tipo americano ou europeu no caso de opções de compra (*call*) de ações. (B3, 2019a). Já no caso de opções de venda (*put*) de ações, é apenas permitida a negociação de contratos no modelo europeu. (B3, 2019b).

Os códigos das opções na B3 podem ser identificadas através de uma sequência de 7 ou mais caracteres, sendo os quatro primeiros representantes do nome da ação, seguidos por 1 letra referente ao mês de vencimento e, por fim, dois ou mais algarismos referentes ao preço

de exercício da opção. (ÁGORA, 2018; B3, 2017; CLEAR, 2017). Os códigos de vencimento podem ser observados na tabela abaixo:

Quadro 2 - Códigos de vencimento de opções: *call* e *put*.

Mês	Call	Put	Mês	Call	Put
Janeiro	A	M	Julho	G	S
Fevereiro	B	N	Agosto	H	T
Março	C	O	Setembro	I	U
Abril	D	P	Outubro	J	V
Maio	E	Q	Novembro	K	W
Junho	F	R	Dezembro	L	X

Fonte: adaptado de Brasil, Bolsa, Balcão (2017, p. 143).

Por exemplo, uma opção de venda referente a ação da empresa XPTO com preço de exercício de R\$ 35,00 e vencimento em abril será representada na bolsa de valores com o código XPTOP35. Entretanto, em alguns casos, os últimos dígitos do código da opção podem nada ter a ver com o preço de exercício. (CLEAR, 2017).

“O código de uma opção é formado por cinco letras mais dois números. As quatro primeiras letras referem-se à ação a que está atrelada aquela opção. Por exemplo, se for uma opção de Ambev, as quatro primeiras letras serão ABEV, igual no mercado de ações. A quinta letra é o mês de vencimento da opção. Se for uma opção de compra com vencimento em fevereiro, por exemplo, a quinta letra será B. E os dois últimos números algumas vezes fazem referência ao valor de exercício de uma opção – ainda que nem sempre isso seja verdade. Então uma opção de compra de ações ordinárias da Ambev com vencimento em fevereiro e preço de exercício de R \$20,00 às vezes terá o código ABEVB20.” (CLEAR, 2017, p. 9).

Ao operar com opções, alguns custos adicionais devem ser observados. Sobre operações com opções na B3, incidem algumas tarifas, sendo essas as taxas de registro, liquidação e negociação. (ÁGORA, 2018).

Quadro 3 - Taxas de negociação, liquidação e registro da B3 para opções de ações.

<b>Tipo de cliente</b>	<b>Negociação</b>	<b>Liquidação</b>	<b>Registro</b>	<b>Total</b>
Pessoas físicas e demais investidores	0.0370%	0.0275%	0.0695%	0.1340%
Fundos e clubes de investimento	0.0260%	0.0180%	0.0510%	0.0950%

Fonte: adaptado de Ágora (2018, p. 15).

O custo de corretagem depende do ambiente competitivo das corretoras, sendo possível encontrar corretoras com preços competitivos ou mesmo isentos. (CLEAR, 2017; GOES, 2016). Também é comum para as corretoras a cobrança de uma taxa de custódia, referente ao custo de armazenamento das opções em seus sistemas, os quais, assim como no caso do custo de corretagem, também dependem do ambiente competitivo das corretoras, apesar de também ser possível encontrar corretoras que pratiquem isenção para esse tipo de tarifa. (CLEAR, 2017; GOES, 2016).

Além dos custos de corretagem, registro, liquidação, negociação e custódia no ato de compra ou venda da opção, também podem ser cobrados custos adicionais para o exercício da opção no vencimento. Os custos de exercício podem variar conforme as condições de mercado e conforme a corretora, sendo possível encontrar taxas de cerca de 0.5% sobre o preço de exercício. (CLEAR, 2017).

## 2.5 Sistema de garantias da bolsa de valores

Segundo John Hull (2015), como forma de proteger o sistema financeiro global e possibilitar maior confiança nas operações de risco, as instituições de bolsa de valores em todo o mundo passam a assumir o risco de inadimplência de ambas as partes do contrato, exigindo como contraparte o depósito de um fundo, conhecido como margem de garantia, de forma a possibilitar a realização de negócios derivativos sem a necessidade de confiar cegamente na credibilidade da parte oposta do contrato.

A chamada **estrutura de salvaguardas** da B3, também conhecida como sistema de garantias da Bolsa de Valores de São Paulo, é um sistema de proteção contra inadimplência ou falhas de liquidação das operações da bolsa de valores, de forma a garantir a liquidação de toda e qualquer operação nos prazos, termos e valores estabelecidos, de forma a manter os

direitos dos participantes, a confiança das operações e dos sistemas mobiliários e, acima de tudo, a integridade do mercado. (BM&FBOVESPA, 2017a; B3, 2020).

Para proteger o sistema financeiro e o mercado de capitais, a B3 torna-se **contraparte central** de todas as operações, tomando sempre a posição inversa daquela negociada pelo investidor. (BM&FBOVESPA, 2017a). Dessa forma, mesmo em caso de insolvência total dos ativos alocados como garantia, a B3 se responsabiliza pela execução e liquidação de todo e qualquer saldo em aberto, tornando as operações de bolsa mais seguras e confiáveis. (BM&FBOVESPA, 2017a). Ao fazer isso, no entanto, a bolsa passa a correr inúmeros riscos.

Dentre os principais riscos e ameaças de insolvência e liquidação das operações da bolsa, podemos destacar o risco de crédito, o risco de mercado, o risco de liquidez, o risco de correlação desfavorável, o risco legal e o risco operacional. (ÁGORA, 2018; BM&FBOVESPA, 2017a).

“Quando há aceitação de uma operação pela câmara, ocorre a novação das obrigações decorrentes desta operação, tornando-se a BM&FBOVESPA a contraparte central, ou seja, assumindo ela as posições de comprador perante o vendedor e de vendedor perante o comprador da operação. A atuação da BM&FBOVESPA como contraparte central a expõe a diversos riscos, dentre os quais se destacam os riscos de crédito, de mercado, de liquidez, de correlação desfavorável, legal e operacional.” (BM&FBOVESPA, 2017a, p. 6).

O risco de crédito se refere à possibilidade de o participante de uma operação de risco não possuir capital suficiente para cumprimento integral de suas obrigações, podendo se dar por motivos alheios ao mercado. (BM&FBOVESPA, 2017a). Já o risco de mercado é compreendido como o risco de variação na cotação dos ativos que possam gerar prejuízos superiores às margens de garantia estipuladas. (ÁGORA, 2018; BM&FBOVESPA, 2017a). O risco de mercado pode ser considerado como um risco sistêmico.

O risco de liquidez se refere à possibilidade de haver a indisponibilidade de recursos ou ativos necessários para o cumprimento das obrigações contratuais. Pode se dar por baixo volume de negociação do ativo no momento de executar uma posição inversa. (ÁGORA, 2018; BM&FBOVESPA, 2017a).

O risco de correlação desfavorável surge quando há redução do valor das garantias de um participante ou aumento de suas posições em risco devido a redução de credibilidade creditícia. Pode ser mitigado através de proibição do uso de ativos de uma mesma companhia, conglomerado ou mercado. (BM&FBOVESPA, 2017a).

O risco legal está relacionado a possíveis mudanças na legislação ou em sua interpretação que possam gerar mudanças no preço de um ativo, exigência de retenção do ativo ou mudança nas características operacionais do ativo. (BM&FBOVESPA, 2017a).

Por fim, o risco operacional está ligado à possibilidade de problemas de infraestrutura, sistemas de informação, processos, software, ou outras operações que possam gerar perdas ou prejuízos. (BM&FBOVESPA, 2017a).

Dessa forma, para mitigação dos riscos supracitados, são utilizados depósitos de segurança, conhecidos como margens de garantia. O cálculo das margens de garantia envolve a avaliação de cenários de possíveis perdas ou prejuízos através de modelos estocásticos de cálculo de risco, incluindo simulação histórica, simulações quantitativas através de modelos de Monte Carlo, ou ainda a escolha de cenários prospectivos por especialistas em risco. (BM&FBOVESPA, 2017a).

As margens de garantia funcionam de forma dinâmica, podendo ser alteradas a qualquer momento, caso interprete-se que ativos na carteira do cliente possam levá-lo ao risco do não cumprimento de suas obrigações, podendo o investidor ser requisitado a ampliar seus depósitos de garantia, mesmo em posições já assumidas pelo cliente. (XP Investimentos, 2020).

“O CLIENTE tem conhecimento de que as Bolsas, Câmaras de Liquidação e Custódia (“Câmaras”) e Depositários Centrais são entidades autorreguladoras do mercado de capitais, sendo, nessa qualidade, responsáveis por regulamentar e fiscalizar as operações no mercado e as atividades de custódia, compensação e liquidação das operações. As Bolsas, Câmaras e Depositários Centrais poderão alterar as regras aplicáveis às operações, inclusive quanto à forma de compensação e liquidação; o nível de margem de garantia requerido, sua composição e suas formas de cálculo; e as normas de movimentação de títulos e valores mobiliários. Todas as alterações serão devidamente informadas ao CLIENTE e produzirão efeitos imediatos, inclusive sobre as posições já registradas.” (XP Investimentos, 2020, p. 3)

No caso das opções, é comum o uso de garantias ao operar em posição vendida, visto que, no caso de compra de uma opção *call* ou *put*, o maior risco possível para o titular é o de não exercício e, com isso, sua perda é limitada ao valor do prêmio pago, dessa forma não necessitando de proteção. (B3, 2019c; CLEAR, 2017; XP Investimentos, 2020). Já no caso do lançamento da opção, principalmente em operações descobertas, há a possibilidade de exercício por parte do titular, exigindo, dessa forma, algum sistema de garantia, compatível ao nível de exposição ao risco. (B3, 2019c; CLEAR, 2017; XP Investimentos, 2020).

São aceitos como depósito de garantia: moeda nacional corrente, dólar, ouro, títulos públicos federais, ações ou certificados de depósito de ações de companhias abertas negociadas na B3, *American Depositary Receipts* de ações elegíveis, títulos de emissão do tesouro norte-americano ou alemão, carta de fiança bancária, certificados de depósito bancário, letras de crédito imobiliário, letras de crédito do agronegócio, cotas de fundo de índice negociado em bolsa do Brasil, cotas de fundo de investimento liquidez da câmara BM&FBOVESPA de fundos de investimento em cotas B3 Margem Garantia FIC. (ÁGORA, 2018; B3, 2017a). É vedado o uso de garantias em forma de ativos emitidos pelo próprio participante ou por instituição pertencente ao mesmo conglomerado. (B3, 2017a).

## 2.6 Estratégias com opções

Além de comprar e vender opções no mercado da maneira tradicional, com ganhos e perdas flutuantes conforme o modelo clássico de opções, também é possível combinar diversas opções com características distintas a fim de alcançar determinado comportamento esperado. Tais operações são chamadas de **estratégias com opções**. (CLEAR, 2017, 2018; CME, 2013; GOES, 2016; HULL, 2015).

As chamadas estratégias com opções são operações que combinam duas ou mais opções com características distintas, com fim de alcançar determinado comportamento, seja para redução de riscos, seja para alavancagem, seja para redução de custos, investimento similar a renda fixa, captação de crédito ou para qualquer outro fim. (CLEAR, 2017, 2018; CME, 2013; GOES, 2016; HULL, 2015).

No caso da maior parte das estratégias, principalmente quando se toma a posição de lançador, é importante que se opte pelo uso de opções do tipo europeu, visto que há a garantia

de que o exercício apenas será realizado na data de vencimento, evitando possíveis exercícios antecipados, os quais podem trazer risco para a operação. (BENZION, DANAN, YAGIL, 2005; HULL, 2015).

Dentre as principais estratégias utilizadas no mercado de opções, podemos destacar as estratégias de **trava de alta**, que permite reduzir o custo da operação, porém reduzindo também o potencial de lucro na alta; **trava de baixa**, que também permite a redução do custo total, porém reduz o potencial de lucro na queda do preço do ativo; **compra de straddle**, onde se espera uma grande variação no preço do ativo, independente se positiva ou negativa (o risco está na estabilidade dos preços); **venda de straddle**, onde se espera uma baixa volatilidade no preço do ativo; **compra e venda de strangle**; **borboleta de alta** e **borboleta de baixa**; **financiamento** e, por fim, a operação de **box spread**, a qual permite tanto a realização de investimentos semelhantes a operações de renda fixa, quanto operações de captação de recursos no curto prazo. (BENZION, DANAN, YAGIL, 2005; CLEAR, 2018; CME, 2013; COMERLATO, 2014; HULL, 2015).

Os sistemas da B3 permitem a realização de algumas estratégias de forma direta, cujo apreçamento é realizado de forma automática pelos sistemas da própria bolsa de valores, tendo preferência de execução sobre ofertas de opções individualizadas. (B3, 2019c). O valor justo da estratégia pode ser calculado através do preço da última operação; através do preço de fechamento no dia anterior; ou ainda através da combinação dos preços de referência para cada opção pertencente à estratégia (B3, 2019c). Não são permitidas estratégias que componham ativos com negociação suspensa. (B3, 2019c).

“As operações de box de 4 pontas serão submetidas a leilão de, no mínimo, 5 minutos, sendo admitida interferência mínima para o menor lote exposto na compra ou na venda no leilão que compõe o box de 4 pontas. Serão permitidas operações de box com séries vincendas até a semana anterior ao seu vencimento. O horário-limite para as operações decorrentes de box de 4 pontas encerra-se 30 minutos antes do fim da sessão de negociação.” (B3, 2019c, p. 118).

Apesar de a maioria das estratégias conter certo nível de risco, mesmo que reduzido através da composição de carteiras, algumas estratégias podem ser compostas de forma

independente do preço do ativo-objeto no mercado à vista, de forma a apresentar uma taxa de juros interna pré-fixada. Tais famílias de estratégias são geralmente conhecidas como **box**.

As estratégias de box podem se dar através do uso de opções flexíveis, como no **box de duas pontas**, ou com o uso de opções em conjunto com o ativo-objeto em questão no mercado à vista, como no caso do **box de três pontas**. (ITAÚ, 2016; CETIP, 2016). Da mesma forma, a estratégia de box de 4 pontas, também conhecida como **box spread**, pode ser composta exclusivamente com o uso de opções padronizadas. (CME, 2013; ITAÚ, 2016; COMERLATO, 2014; HULL, 2015).

## 2.7 Box spread

A estratégia de **box spread**, também conhecida como box de 4 pontas, é uma operação que envolve a combinação de uma trava de alta com uma trava de baixa, ou seja, é resultado da combinação de duas opções do tipo call e duas do tipo put. Todas as opções precisam estar enquadradas no modelo europeu, podendo ser exercidas pelos compradores apenas na data de vencimento. (BENZION, DANAN, YAGIL, 2005; CME, 2013; COMERLATO, 2014; HULL, 2015).

Do contrário, é possível que, com uma possível volatilidade no preço do ativo-objeto, o comprador de alguma das opções exerça sua opção de compra ou venda antes do vencimento, o que pode gerar prejuízos de larga escala à operação, deixando de agir de forma garantida. Da mesma forma, as opções devem apresentar a mesma data de vencimento. (BENZION; DANAN; YAGIL, 2005, HULL, 2015).

A opção de *call* com menor preço de exercício deve possuir o mesmo preço de exercício da menor *put*, assim como a *call* com maior valor de exercício deve possuir o mesmo valor da *put* de maior valor de exercício.

Quadro 4 - Composição da operação de box spread.

Opção	Opção 1	Opção 2	Opção 3	Opção 4
Característica	Call	Put	Call	Put
Preço de exercício	Preço 1	Preço 1	Preço 2	Preço 2

Fonte: Elaborado pelo autor.

Existem duas formas de montar a operação de box spread. No caso de compra de box spread, caracterizada como uma operação de investimento, o investidor busca conseguir rentabilidade a uma taxa de juros pré-fixada e livre de risco, geralmente buscando taxas superiores às dos títulos do Tesouro Nacional. (COMERLATO, 2014). Já no caso de venda de box spread, caracterizada como uma operação de crédito, o captador de recursos tenta obter crédito através de uma operação com taxa de juros pré-fixada. (COMERLATO, 2014).

Um aspecto interessante na operação de box spread é a que, tanto em caso de compra quando em caso de venda, os ajustes nos preços de exercício decorrentes de emissão de proventos ou pagamento de dividendos da empresa no mercado a vista não causam impactos significativos na lucratividade ou custo da operação, visto que o mesmo ajuste é concedido para todos os preços de exercício, não alterando a distância de preço entre eles. (B3, 2020b). Entretanto, o investidor ou tomador de crédito deve se atentar a possíveis mudanças nas tarifas de execução da opção no vencimento cobradas pela corretora, comumente em cerca de 0.5% em caso de exercício. (CLEAR, 2017).

### **2.8.1 Compra de box spread**

A operação de **compra de box spread** permite a realização de uma aplicação a taxa de juros pré-fixada através do mercado de opções. Para isso, é pago um prêmio no valor presente, o qual se espera ser recompensado pela diferença entre preços de exercício no vencimento. (COMERLATO, 2014).

Conforme percebido por Comerlato (2014), a estratégia de box spread voltada para investimento permite alto grau de arbitragem, gerando lucros superiores a investimentos com níveis similares de risco, como títulos do tesouro ou CDBs, principalmente devido à alta volatilidade nos preços dos papéis.

Para montar a estratégia, escolhemos dois preços de exercício distintos, e utilizamos uma opção de compra e uma opção de venda para cada. Então, nos posicionamos comprados na opção de compra de menor preço e na opção de venda de maior preço, enquanto nos posicionamos vendidos na opção de compra de maior preço e na opção de venda de menor preço, como especificado no quadro abaixo. (COMERLATO, 2014; HULL, 2015).

Quadro 5 - Composição da operação de box spread para aplicação em renda fixa.

Opção	Opção 1	Opção 2	Opção 3	Opção 4
Característica	Call	Put	Call	Put
Preço de exercício	Preço 1	Preço 1	Preço 2	Preço 2
Posição	Comprado	Vendido	Vendido	Comprado

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao compor a estratégia dessa forma, podemos fazer um estudo dos possíveis cenários para os preços no mercado à vista no dia do vencimento, e como se daria o saldo de cada opção em caso de exercício. Ao chamarmos o menor preço de exercício de  $P_{E1}$ , o maior preço de exercício de  $P_{E2}$  e o preço do ativo no mercado à vista de  $P_a$ , podemos ter três cenários.

Com o preço do ativo à vista inferior a ambos os preços de exercício ( $P_a \leq P_{E1}$ ), nenhuma das *calls* seriam exercidas, visto ser mais barato comprar diretamente no mercado à vista, ao passo que as opções de venda seriam exercidas, de forma a vender o ativo por um preço maior. Com o preço do ativo à vista entre ambos os preços de exercício ( $P_{E1} < P_a < P_{E2}$ ), a menor *call* seria exercida, pois poderia comprar o ativo por um preço mais baixo, ao passo que a maior *put* também seria exercida, visto poder vender o ativo por um preço acima ao preço de mercado. As outras opções não seriam exercidas por não fazer sentido economicamente. Por fim, com o preço do ativo à vista com preço superior a ambos os preços de exercício ( $P_a \geq P_{E2}$ ), nenhuma das *puts* seriam exercidas, visto ser mais rentável vender diretamente no mercado à vista, ao passo que as opções de compra seriam exercidas, de forma a comprar o ativo por um preço menor. (HULL, 2015).

Tabela 1 - Cenários para a estratégia box spread no vencimento - renda fixa.

Cenários	Opção 1	Opção 2	Opção 3	Opção 4	Saldo
$P_a \leq P_{E1}$	-	$P_a - P_{E1}$	-	$P_{E2} - P_a$	$P_{E2} - P_{E1}$
$P_{E1} < P_a < P_{E2}$	$P_a - P_{E1}$	-	-	$P_{E2} - P_a$	$P_{E2} - P_{E1}$
$P_a \geq P_{E2}$	$P_a - P_{E1}$	-	$P_{E2} - P_a$	-	$P_{E2} - P_{E1}$

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme podemos observar, independente do comportamento dos preços do ativo no mercado à vista, o saldo da operação no valor futuro será igual a uma **entrada de caixa** equivalente à diferença entre os preços de exercício. Como as tarifas das corretoras geralmente incidem sobre o preço de exercício, é possível considerar as tarifas também como fixas, podendo ser expressas como proporcionais a  $P_{E1} + P_{E2}$ .

Para calcular a taxa de juros da operação, utilizamos a soma dos prêmios pagos no dia de montagem da operação, acrescidos dos custos de transação, como valor presente, e utilizamos a diferença entre os preços de exercício, subtraídos os custos com as tarifas de exercício, como valor futuro. Compensa executar a operação sempre que a taxa de juros da operação, incluindo os custos de transação, forem superiores a outras taxas de juros no mercado. No caso de a soma dos prêmios no valor presente somarem uma quantia positiva, a operação se caracteriza como arbitragem pura, visto ocorrer entrada de caixa tanto no valor presente quanto no valor futuro.

### 2.8.2 Venda de box spread

A operação de **venda de box spread** funciona de maneira similar à operação de compra de box spread, porém com as posições invertidas. Através dela, é possível captar recursos no mercado com uma taxa de juros pré-fixada. (COMERLATO, 2014; HULL, 2015).

Assim como na compra de box spread, escolhemos dois preços de exercício distintos, utilizando uma opção de compra e uma opção de venda para cada. Então, nos posicionamos vendidos na opção de compra de menor preço e na opção de venda de maior preço, enquanto nos posicionamos comprados na opção de compra de maior preço e na opção de venda de menor preço.

Quadro 6 - Composição da operação de box spread para tomada de crédito.

<b>Opção</b>	<b>Opção 1</b>	<b>Opção 2</b>	<b>Opção 3</b>	<b>Opção 4</b>
Característica	Call	Put	Call	Put
Preço de exercício	Preço 1	Preço 1	Preço 2	Preço 2
Posição	Vendido	Comprado	Comprado	Vendido

Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando os possíveis cenários para os preços no mercado à vista no dia do vencimento, podemos observar como se daria o saldo de cada opção em caso de exercício nessa nova situação. Chamando o menor preço de exercício de  $P_{E1}$ , o maior preço de exercício de  $P_{E2}$  e o preço do ativo no mercado à vista de  $P_a$ , podemos ter três cenários.

Com o preço do ativo à vista inferior a ambos os preços de exercício ( $P_a \leq P_{E1}$ ), nenhuma das *calls* seriam exercidas, visto ser mais barato comprar diretamente no mercado à vista, ao passo que as opções de venda seriam exercidas, de forma a vender o ativo por um preço maior. Com o preço do ativo à vista entre ambos os preços de exercício ( $P_{E1} < P_a < P_{E2}$ ), a menor *call* seria exercida, pois poderia comprar o ativo por um preço mais baixo, ao passo que a maior *put* também seria exercida, visto poder vender o ativo por um preço acima ao preço de mercado. As outras opções não seriam exercidas por não fazer sentido economicamente. Por fim, com o preço do ativo à vista com preço superior a ambos os preços de exercício ( $P_a \geq P_{E2}$ ), nenhuma das *puts* seriam exercidas, visto ser mais rentável vender diretamente no mercado à vista, ao passo que as opções de compra seriam exercidas, de forma a comprar o ativo por um preço menor. Ou seja, a única diferença nesse caso é que desta vez estamos vendidos em todas as posições que antes estávamos comprados, e comprados em todas as posições que antes estávamos vendidos, invertendo o saldo final.

Tabela 2 - Cenários para a estratégia box spread no vencimento - tomada de crédito.

Cenários	Opção 1	Opção 2	Opção 3	Opção 4	Saldo
$P_a \leq P_{E1}$	-	$P_{E1} - P_a$	-	$P_a - P_{E2}$	$P_{E1} - P_{E2}$
$P_{E1} < P_a < P_{E2}$	$P_{E1} - P_a$	-	-	$P_a - P_{E2}$	$P_{E1} - P_{E2}$
$P_a \geq P_{E2}$	$P_{E1} - P_a$	-	$P_a - P_{E2}$	-	$P_{E1} - P_{E2}$

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nesse caso, teremos uma **saída de caixa** equivalente à diferença entre os preços de exercício, independente do comportamento dos preços do ativo no mercado à vista, visto que

o preço de exercício  $P_{E2}$  é maior que o preço de exercício  $P_{E1}$ . As tarifas das corretoras também incidem de maneira proporcional sobre o preço de exercício  $P_{E1} + P_{E2}$ .

Para calcular a taxa de juros da operação, procedemos da mesma forma. Utilizamos a soma dos prêmios recebidos no dia de montagem da operação, subtraídos dos custos de transação, como valor presente, e utilizamos a diferença entre os preços de exercício, acrescidos os custos com as tarifas de exercício, como valor futuro. Compensa executar a operação sempre que a taxa de juros da operação, incluindo os custos de transação, forem inferiores às outras modalidades de crédito do mercado. No caso de a soma dos prêmios no valor presente somarem uma quantia negativa, não compensa a execução da operação, visto uma saída de caixa tanto no valor presente quanto no valor futuro, sendo recomendado o uso da operação inversa.

### **3 Metodologia da Pesquisa**

Em relação aos procedimentos metodológicos, a presente pesquisa pode ser classificada pelo seu método de pesquisa quantitativo, pela utilização de dados secundários, por seu propósito aplicado, pela técnica de coleta documental, assim como pela utilização de análise computacional.

Da mesma forma, a pesquisa é classificada como de caráter exploratório, visto que há pouca literatura disponível sobre a operação de *box spread* como modelo viável de financiamento de capital de giro. Além disso, caracteriza-se como aplicada, uma vez que estuda uma operação de crédito aplicável no mercado.

Em relação ao mercado de crédito, foi realizada a coleta de dados a partir de séries históricas de taxas de juros para pessoa jurídica, nas modalidades de empréstimo para capital de giro, desconto de duplicatas e fomento mercantil, assim como séries históricas através de indicadores de crédito, sendo esses a taxa preferencial brasileira e o indicador de custo de crédito, também para as mesmas modalidades. Os dados foram extraídos de bases de dados da Agência Nacional de Fomento Comercial, do Banco Central do Brasil e da Bolsa de Valores de São Paulo.

Para análise do custo de operações de crédito bancário para capital de giro, foram selecionadas as taxas de juros mensais disponíveis na base de dados do Banco Central do Brasil, sob os códigos 20722 a 20725, contemplando o período de março de 2011 a dezembro de 2019 para as modalidades de prazo inferior a 365 dias, superior a 365 dias e rotativo, e o período de janeiro de 2010 a dezembro de 2019 para a modalidade de capital de giro total.

Para análise do custo de operações de desconto de duplicatas, foram selecionadas as taxas de juros disponíveis na base de dados do Banco Central do Brasil, sob o código 20719, do período de janeiro de 2010 a dezembro de 2019.

Os fatores de deságio para operações de fomento comercial, mais especificamente o fator de deságio ANFAC, assim como o valor de cobrança *ad valorem*, foram extraídos da série histórica da Agência Nacional de Fomento Comercial, do período de janeiro de 2010 a dezembro de 2019. Em seguida, foi realizada uma conversão dos fatores de desconto para uma taxa de juros de 30 dias anualizada.

Os fatores de juros diários para a taxa de depósito interfinanceiro foram extraídos através de registros da B3, sendo selecionado o período de janeiro de 2010 a dezembro de 2019, e então agrupadas mensalmente e convertidas para taxas de juros anuais.

Os valores para a taxa preferencial brasileira foram extraídos da base de dados do Banco Central do Brasil, sob o código 20019, do período de janeiro de 2010 a dezembro de 2019.

O Indicador de Custo de Crédito foi extraído da base de dados do Banco Central do Brasil, para as modalidades de desconto de duplicatas, capital de giro até 365 dias, capital de giro superior a 365 dias, capital de giro rotativo e capital de giro total.

Já em relação aos dados de opções padronizadas disponíveis para consulta através do sistema de gerenciamento de dados da Bolsa de Valores de São Paulo, foram extraídos dados diários das cotações de todas as operações no mercado à vista realizadas pela B3, dos anos de 2010 a 2019, e então filtrados os contratos de opções sobre ações, sendo convertidos em combinações possíveis para a estratégia de box spread.

Como meios para tratamento e análise das cotações de opções para realização da estratégia de *box spread*, foi utilizado software próprio, executado sobre o ambiente de execução de Javascript conhecido popularmente como **Deno**. Sua utilização se embasa na praticidade, desempenho e segurança, por poder ser executado tanto em ambientes Windows, quanto em ambientes Linux, por ser software livre e de código aberto sob a MIT License, assim como por sua alta flexibilidade e dinamicidade, além do suporte nativo às linguagens de programação Javascript e Typescript, através do motor de execução **V8** e do compilador **TSC**. A análise foi executada utilizando a versão 1.7.5 do software Deno, apresentando a versão 9.0.123 do motor V8. Caso o código venha a se tornar incompatível em versões futuras do programa, execute o comando “**deno upgrade --version 1.7.5**” para realizar o downgrade.

## 4 Apresentação e Análise dos Dados

Visando analisar o desempenho da estratégia de *box spread*, é necessário primeiro montar uma base de dados que nos permita obter as combinações de opções *call* e *put* de forma a conseguirmos calcular a taxa de juros implícita da operação. Para isso, utilizamos script de elaboração própria para composição das carteiras de *box spread*.

### 4.1 Construção da base de operações

Antes da realização da análise, é recomendada a execução do script disponibilizado no Apêndice A, que facilitará a criação das pastas de input e output necessárias para a realização da análise. O código completo das instruções abaixo também pode ser encontrado no Apêndice C.

Os dados históricos de cotações disponibilizados pela B3 nos anos de 2010 a 2019 se encontram em formato *flatfile*, ou seja, armazenado em formato de texto puro, com delimitação fixa. (B3, 2020b). Cada linha, com exceção da primeira (*header*) e última (*footer*), se refere aos dados de um ativo específico em uma determinada data. (B3, 2020b). Ao obter cada cotação anual na plataforma disponível pela B3, deve-se inserir o arquivo na pasta **input** gerada automaticamente pelo script do Apêndice A, sendo que cada arquivo deve seguir a regra de nomenclatura “./input/COTAHIST\_A{year}.TXT”, onde {year} é o ano a ser analisado.

Para realização do processamento de cada arquivo, é preciso separar o conteúdo do arquivo por linhas e, em seguida, dividi-lo de acordo com os separadores de coluna, os quais possuem tamanho fixo, conforme especificação do layout do arquivo. (B3, 2020b). Para isso, é preciso atender às posições definidas de acordo com o layout escolhido, o qual será carregado em arquivo .csv.

Figura 1 - Arquivo CSV contendo delimitações para o layout da base de dados da B3.

```
1 name;start;end
2 data;3;10
3 codigo_bdi;11;12
4 nome_papel;13;24
5 premio;96;108
6 volume;171;188
7 preco_exercicio;189;201
8 vencimento;203;210
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como observado na figura acima, apenas alguns campos da base da B3 são necessários para a montagem da operação de box spread. Para aqueles interessados em realizar outras análises, disponibilizo o layout completo no Apêndice B.

Em seguida, o arquivo de layout é carregado para dentro da aplicação, de forma a ser utilizado para separação de cada coluna, de forma a possibilitar o trabalho com a base de dados. Da mesma forma, é utilizada uma função que possibilita a conversão de cada elemento da base em *flatfile* em um *hashmap*, de forma a facilitar as próximas análises.

Para carregamento dos arquivos, é utilizado um loop, o qual será responsável pela análise de cada arquivo dentro da pasta input. Dessa forma, é possível carregar cada arquivo e realizar a separação das colunas através da função **separate**. Com a base de dados carregada, começa a etapa de filtragem, visto que a base contém os dados de inúmeras operações da bolsa de valores, e não apenas opções. (B3, 2020b).

Como, nessa etapa, todos os ativos comercializados pela B3 estão disponíveis na base, e não apenas as opções, é preciso realizar um filtro para remoção de todos os ativos que não

correspondam ao mercado de opções, o que pode ser realizado ao utilizar o código BDI, ou código do boletim diário de informações, o qual identifica o ativo na base de dados da bolsa de valores de acordo com a sua categoria. (B3, 2020b)

Sabendo que o código BDI para opções de compra é 78 e o código de opções de venda é 82 (B3, 2020b), torna-se possível selecionar apenas operações referentes a opções com um filtro. Opções sobre índices, com os códigos BDI 74 e 75, respectivamente (B3, 2020b), não serão trabalhados na análise.

Para fins de auditoria e análise, a base atual, agora filtrada, é salva em formato csv, a qual será localizada em “./output/1\_stock\_options\_b3/stock\_options\_b3\_{year}.csv”.

Figura 2 - Carregamento do arquivo e filtro de opções

```

48 const main = year => {
49   const file = await Deno.readFile(`./input/COTAHIST_A${year}.TXT`);
50   const rows = file.trim().split('\n').slice(1, -1).map(line => line.trim());
51   const table = separate(rows, b3_scheme);
52
53   const filtro_opcoes = new Set(['78', '82']);
54
55   const stock_options_table = table.filter(row => filtro_opcoes.has(row.get('codigo_bdi')));
56
57   // Salva arquivo csv contendo tabela de opções (e apenas opções) em "output/1_stock_options_b3/".
58   await Deno.writeFile(
59     `./output/1_stock_options_b3/stock_options_b3_${year}.csv`,
60     'data;codigo_bdi;nome_papel;preco_medio;preco_maximo;preco_minimo;volume;preco_exercicio;data_vencimento\n'
61     + stock_options_table.map(line => [...line.values()].join(';')).join('\n')
62   );

```

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em seguida, inicia-se o processamento das opções, transformando os campos em formatos mais simples. O código de negociação da opção, sendo composto por 7 ou mais caracteres, apresenta 4 caracteres referentes ao código do ativo-objeto, no caso a empresa sendo negociada, seguido por 1 caractere referente ao mês de negociação, acompanhado de dois ou mais caracteres referentes ao preço de exercício, o qual nem sempre é exato. De todos esses caracteres, apenas nos interessa os 4 primeiros. Também convertemos o código BDI dos números 78 e 82 para o formato mais legível “CALL” e “PUT”, respectivamente.

Da mesma forma, calculamos o prazo de vencimento da opção, aqui chamado de **prazo**, a quantidade de dias entre a data de negociação e o dia 01 de janeiro de 2010, aqui chamado de **data**, e a quantidade de dias entre a data de vencimento da opção e o dia 01 de janeiro de 2010, aqui chamado de **vencimento**. Também são filtradas as entradas que possuam prazo entre a data de negociação e o vencimento iguais a zero, as quais constituem

mera operação de arbitragem, não sendo aplicável como operação de tomada de crédito. Dessa forma, uma nova base de dados, organizada de forma mais legível, é salva em “./output/2\_stock\_options\_formatted/stock\_options\_formatted\_{year}.csv”.

Figura 3 - Processamento da base de dados

```

60 // Atualiza a base para os campos que queremos, e retiramos aqueles com prazo === 0.
61 const stock_options_formatted = stock_options_table.map(line => ({
62   papel: line.get('nome_papel').substring(0, 4),
63   tipo: line.get('codigo_bdi') === '78' ? 'CALL' : line.get('codigo_bdi') === '82' ? 'PUT' : 'ERRO',
64   data: (date => (`${date.slice(0, 4)}-${date.slice(4, 6)}-${date.slice(6, 8)}`))(line.get('data')),
65   vencimento: time_difference('19981231', line.get('vencimento')),
66   prazo: time_difference(line.get('data'), line.get('vencimento')),
67   volume: +line.get('volume'),
68   preco_exercicio: +line.get('preco_exercicio'),
69   premio: +line.get('premio')
70 })).filter(line => line.prazo !== 0);
71
72 console.log(`Salvando opções da B3 de ${year} formatadas...`);
73
74 // Salva arquivo em csv contendo os dados agora formatados.
75 await Deno.writeFile(
76   `./output/2_stock_options_formatted/stock_options_formatted_${year}.csv`,
77   `papel;tipo;data;vencimento;prazo;volume;preco_exercicio;premio\n`
78   + stock_options_formatted.map(line => Object.values(line).join(';')).join('\n')
79 );

```

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para calcular os prazos de vencimento, é utilizada a função auxiliar `time_difference`, a qual recebe duas datas no formato `YYYYMMDD`, formato utilizado na série histórica da B3 (B3, 2020b), e retorna a diferença entre as duas em dias.

Figura 4 - Função auxiliar para cálculo de intervalo em dias

```

48 // Calcula a diferença entre duas datas no formato 'YYYYMMDD', retornando o resultado em dias.
49 const time_difference = (first, last) => {
50   // Converte YYYYMMDD em YYYY-MM-DD usando uma IIFE.
51   first = ((([a, b, c, d, e, f, g, h]) => [a + b + c + d, e + f, g + h])(first)).join('-');
52   last = ((([a, b, c, d, e, f, g, h]) => [a + b + c + d, e + f, g + h])(last)).join('-');
53
54   const day = Date.parse('1970-01-02');
55   return (Date.parse(last) - Date.parse(first)) / day;
56 }

```

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com a base adaptada, são selecionadas apenas as opções que possuem capacidade de formação da estratégia de box spread, ou seja, opções que possuam, para a mesma data de operação, para o mesmo papel e para o mesmo vencimento, ao menos dois preços de exercício diferentes, e que contenham uma opção de compra e uma opção de venda cada.

Para isso, agrupamos a base de dados por data de operação, prazo para vencimento e mesmo ativo-objeto, respectivamente, e retiramos os preços de exercício que não contenham ao menos um par de opções *call* e *put*, e então retiramos ativos-objetos que, para a mesma data de operação e mesmo prazo, não possuam ao menos dois preços de exercício distintos. Com isso, salvamos essa nova base, dessa vez propriamente filtrada, em “./output/3\_stock\_options\_cleaned/stock\_options\_cleaned\_{year}.csv”.

Nessa etapa, seria interessante realizar o filtro das opções europeias, visto a estratégia de box spread apresentar riscos catastróficos em caso de negociação de opções americanas. No entanto, tal classificação inexistente na base de dados utilizada (B3, 2020a), sendo esta uma limitação da presente pesquisa. Felizmente, temos como garantia a utilização de opções do modelo europeu em opções de venda de ações negociadas na B3, o que diminui o nível de incerteza da análise. (B3, 2019b).

Figura 5 - Filtro de opções que atendem ao parâmetro da estratégia de box spread

```

103 // Realiza uma nova limpeza na base de dados, removendo opções
104 // que não se enquadrem na operação de box spread
105 for(const [data, prazos] of nestedHashmap) {
106   for(const [prazo, papeis] of prazos) {
107     for(const [papel, precos_exercicio] of papeis) {
108       for(const [preco_exercicio, tipos] of precos_exercicio) {
109         // Se nao tivermos uma call e uma put no mesmo preco de exercicio, remover da base
110         if(tipos.size < 2) {precos_exercicio.delete(preco_exercicio)};
111       }
112       // Se não tivermos ao menos 2 preços de exercício distintos, não é possível
113       // realizar a operação de box spread
114       if(precos_exercicio.size < 2) {papeis.delete(papel)}
115     }
116     if(papeis.size === 0) {prazos.delete(prazo)}
117   }
118   if(prazos.size === 0) {nestedHashmap.delete(data)}
119 }
120
121 // Salva a base limpa (sem opções que não permitam a operação de box spread)
122 await Deno.writeTextFile(
123   `./output/3_stock_options_cleaned/stock_options_cleaned_${year}.csv`,
124   'papel;tipo;ano;data;vencimento;prazo;volume;preco_exercicio;preco_minimo;preco_medio;preco_maximo\n'
125   + unwrap_nested_hashmap(nestedHashmap, 5).map(line => Object.values(line).join(';')).join('\n')
126 );

```

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com a base limpa, é possível realizar as combinações que possibilitem a execução da estratégia de box spread. Para isso, é realizada a combinação de todas as *calls* e *puts* de mesmo preço de exercício, e, em seguida, utilizamos uma função auxiliar para combinar as combinações entre preços de exercício diferentes. Dessa forma, conseguimos transformar cada linha da nossa base em uma operação de *box spread*.

Neste momento, os prêmios e preços de exercício são mantidos. Isso é importante para poder efetuar o cálculo das tarifas da bolsa de valores e da corretora. Assumindo uma taxa de negociação de 0.0370%, liquidação em 0.0275% e registro em 0.0695% sobre o valor do prêmio, e uma taxa de exercício de 0.5% sobre os preços de exercício, é possível obter os valores presentes (soma dos prêmios subtraídas as tarifas da B3) e futuros (diferença entre os preços de exercício subtraídos os custos de exercício).

Figura 6 - Cálculo de tarifas, valor presente e valor futuro.

```

175 // Taxas de negociação, liquidação e registro.
176 const taxas_b3 = 0.0370/100 + 0.0275/100 + 0.0695/100;
177 // Taxa cobrada pela corretora ao exercer.
178 const taxa_exercicio = 0.5/100;
179
180 // Calcula as tarifas do prêmio (valor presente) e de exercício no vencimento (valor futuro).
181 const tarifa_vencimento = taxa_exercicio * (+exercício_A + +exercício_B);
182 const tarifa_premio = taxas_b3 * (+premio_call_A + +premio_put_A + +premio_call_B + +premio_put_B);
183
184 // Corrige a operação em caso do preço de exercício A ser menor que o preço B.
185 const fator_corretivo = +exercício_A > +exercício_B ? 1 : -1;
186
187 // Valor a pagar no vencimento, decorrente dos preços de exercício.
188 const valor_futuro = tarifa_vencimento + fator_corretivo * (+exercício_A - +exercício_B);
189 // Valor a receber a vista, decorrente do saldo dos prêmios.
190 const valor_presente = tarifa_premio - fator_corretivo * (+premio_call_A - +premio_put_A - +premio_call_B + +premio_put_B)
191
192 return {
193   ano: +data.split('-')[0],
194   mes: +data.split('-')[1],
195   dia: +data.split('-')[2],
196   prazo: +prazo,
197   papel: papel,
198   volume: +volume,
199   tarifa_vencimento: +tarifa_vencimento.toFixed(2),
200   tarifa_premio: +tarifa_premio.toFixed(2),
201   valor_presente: +valor_presente.toFixed(2),
202   valor_futuro: +valor_futuro.toFixed(2)
203 }
204 });

```

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com isso, construímos uma base de dados contendo todas as possíveis combinações para a operação, que será salva em “./output/4\_box\_spread/box\_spread\_{year}.csv”. São salvos também os valores de tarifa, mas vale salientar que os mesmos já serão incorporados ao valor presente e ao valor futuro, não sendo necessário combiná-los novamente, o que geraria valores incorretos.

O código acima utilizado para a construção da base está disponível integralmente no Apêndice C.

## 4.2 Distribuição dos dados

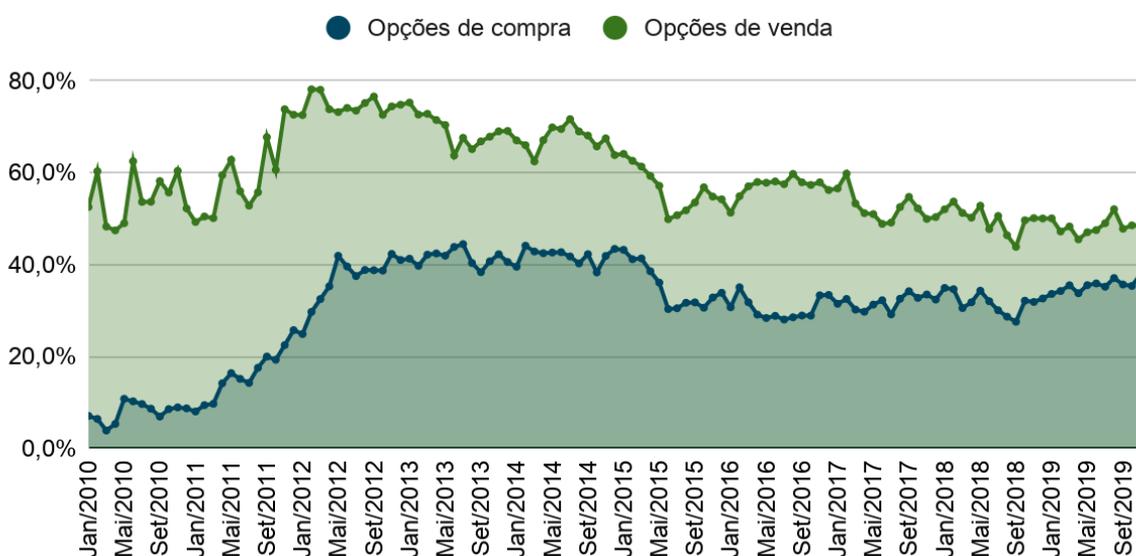
Dentre as opções negociadas na B3, nem todas cumprem os requisitos para compor a estratégia de box spread. Um dos principais impeditivos para a composição da estratégia é a ausência de preços de exercício distintos que possuam opções de *call* e *put* a disposição. Mesmo em um cenário de preços convidativos, o não atendimento a essa característica se mostra como impeditivo claro para a operação.

Analisando as opções negociadas na B3 no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2019, é possível observar que apenas um subconjunto das opções de compra cumpriam o requisito, principalmente devido a ausência de opções de venda no mesmo preço de exercício, ao passo que as opções de venda, mais escassas, passam a apresentar taxas de sucesso para a operação com maior facilidade, mas algumas vezes ainda não encontram uma combinação do mesmo ativo com preço de exercício distinto.

Gráfico 12 - Percentual de opções elegíveis para composição de box spread

### Opções elegíveis para composição de box spread

2010 a 2019 - % de opções negociadas



Fonte: elaborado pelo autor.

Ao realizar a combinação das opções, também é possível notar que, em alguns casos, o saldo da operação é negativo no valor presente, indicando uma saída de caixa, ao invés de entrada, havendo também uma saída de caixa no valor futuro, devido à própria estrutura da

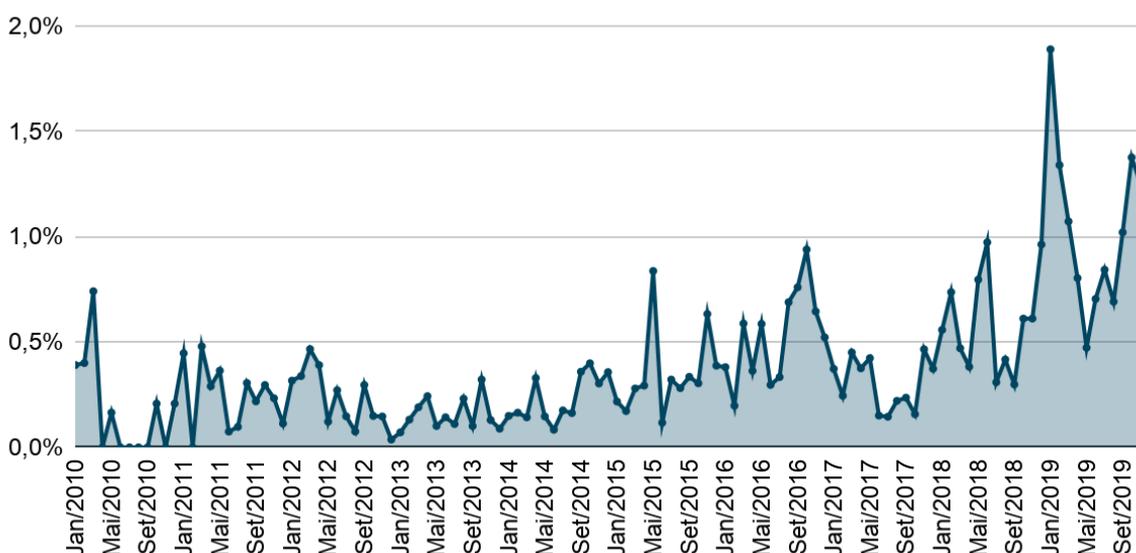
operação. Este tipo de operação não faz sentido economicamente, pois há saída de caixa nos dois momentos.

Como é possível observar no gráfico abaixo, esse tipo de combinação representa um percentual mínimo do volume de operações, não chegando a superar a marca de 2% de participação em nenhum dos períodos analisados, sendo segura sua remoção, a qual não causa grandes impactos na análise.

Gráfico 13 - Percentual de combinações com saída de caixa no valor presente

### Combinações com saída de caixa

2010 a 2019 - % de combinações



Fonte: elaborado pelo autor.

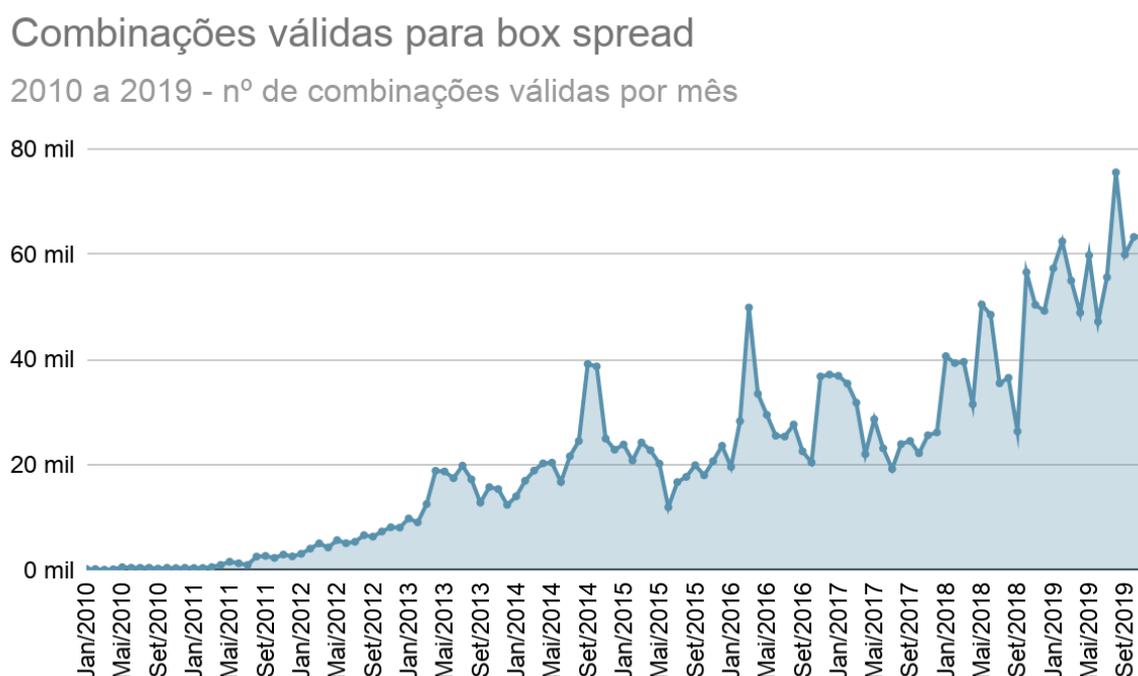
Para esses casos, o recomendado seria tentar a operação inversa, a qual pode ou não ser rentável ao investidor, a depender do custo das tarifas da B3 e das corretoras, mas, em teoria, poderiam indicar entrada de caixa no valor presente seguido por entrada de caixa também no valor futuro, o que na prática constitui uma oportunidade de arbitragem. Como neste caso, estamos analisando apenas as oportunidades de crédito, tais combinações serão removidas da análise. Como constituem menos de 2% das operações possíveis em todos os períodos, o impacto na análise é mínimo.

Considerando apenas as combinações válidas, é possível ver um crescimento substancial ao longo dos anos. Dos anos de 1999 a 2009, o volume de combinações possíveis

raramente ultrapassou 300 operações por mês, sendo dificultada a possibilidade de uma análise mais aprofundada, número que cresceu vagarosamente ao longo de 2010.

De 2011 em diante, é possível observar uma rápida expansão de operações válidas da estratégia, alcançando a marca de 10 mil combinações mensais válidas a partir de março de 2013 e mantendo mais de 60 mil combinações válidas em dezembro de 2019, como pode ser observado no gráfico abaixo.

Gráfico 14 - Combinações válidas para a estratégia de box spread



Fonte: elaborado pelo autor.

O aumento das opções disponíveis para negociação da estratégia conferem à modalidade maior liquidez, facilitando não apenas maior volume de negociações de estratégias de box, conferindo maior velocidade e variedade na composição da carteira, como também facilita a saída da operação antes do vencimento através da realização da posição inversa, ou seja, facilitando o encerramento do empréstimo.

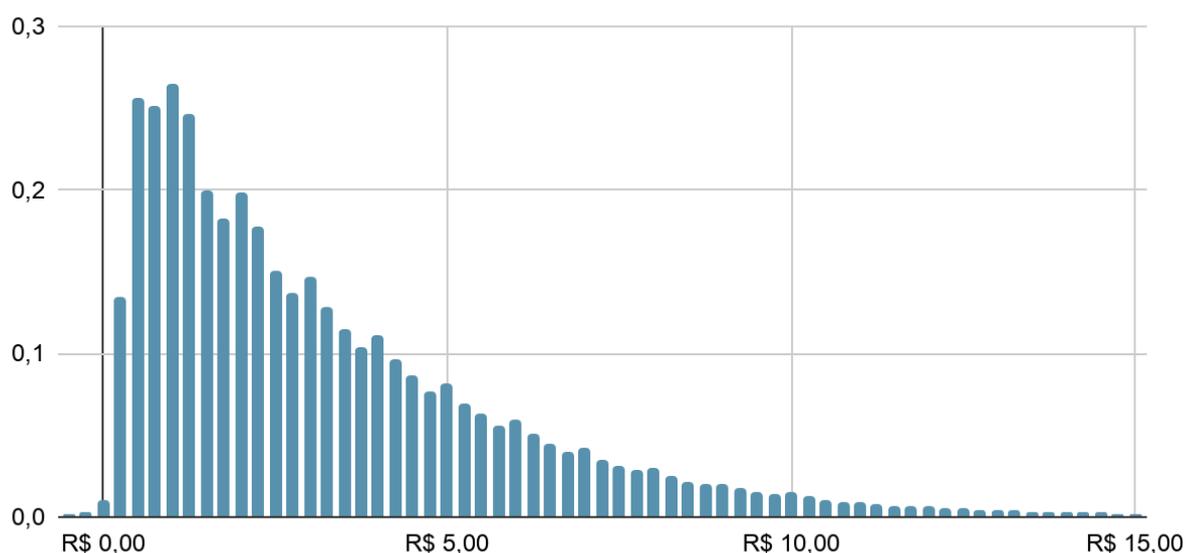
Ao analisar o saldo das entradas de caixa no valor presente, a qual equivale à combinação dos prêmios das opções descontadas as tarifas da B3, é possível observar um agrupamento forte em preços mais baixos, o que permite a montagem da estratégia mesmo para pequenos empréstimos. Estratégias com saldo inferior a R\$ 4,00 correspondem a cerca

de 67% das combinações analisadas, aquelas com saldo inferior a R\$ 5,00, mais de 79%, e aquelas com saldo inferior a R\$ 6,00, mais de 85%. Dessa forma, é facilitada a captação de recursos mesmo para micro e pequenas empresas, as quais podem captar recursos proporcionais às suas necessidades através de lotes mínimos.

Gráfico 15 - Histograma - saldo de prêmios descontados os custos de transação

## Saldo dos prêmios no valor presente - box spread

### Histograma - saldo de prêmios descontados custos de transação



Fonte: elaborado pelo autor.

Como é possível observar, a distribuição possui assimetria positiva, tendo apresentado um preço médio de aproximadamente R\$ 3,22, um desvio padrão de aproximadamente R\$ 2,94, uma mediana de cerca de R\$ 2,37, assim como primeiro e terceiro quartis estimados em R\$ 1,05 e R\$ 4,49, respectivamente, resultando, desta forma, em uma distância interquartil de cerca de R\$ 3,44.

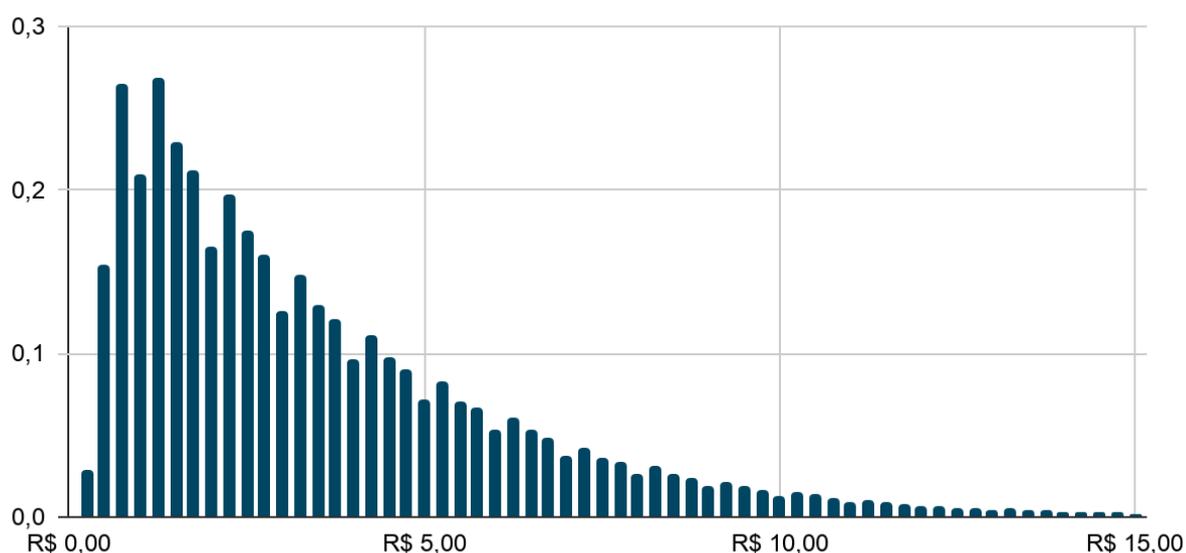
O coeficiente de assimetria, calculado através da fórmula  $\sum f_i \cdot Z_i^3$ , sendo  $f_i$  a frequência relativa e  $Z_i$  o valor presente subtraída a média  $\bar{X}$  e dividido pelo desvio padrão  $s$  na forma  $Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{s}$ , foi estimado por volta de 1,83.

Os saldos de saída de caixa no valor futuro, equivalentes à diferença entre os preços de exercício, porém acrescido aos custos de transação, também mostraram grande concentração em valores menores, apresentando comportamento bastante similar ao apresentado na entrada em valor presente.

Gráfico 16 - Histograma - saldo de exercícios descontados os custos de transação

## Saldo de exercícios no valor futuro - box spread

Histograma - saldo de exercícios descontados custos de transação



Fonte: elaborado pelo autor.

Como é possível observar, até mesmo o formato da distribuição é bastante similar, porém levemente deslocado para a direita. A distribuição apresenta preço médio de aproximadamente R\$ 3,52, desvio padrão de aproximadamente R\$ 2,98, mediana de R\$ 2,67, primeiro e terceiro quartis de aproximadamente R\$ 1,32 e R\$ 4,78 e uma distância interquartil de cerca de R\$ 3,46. Apresenta assimetria positiva, com coeficiente de assimetria de cerca de 1,83.

Ao realizar uma análise da correlação entre as variáveis de entrada de caixa no valor presente e saída de caixa no valor futuro, é possível observar um coeficiente de correlação acima de 99%. Ou seja, uma entrada de caixa acima da média dificilmente resultará em uma saída de caixa abaixo da média, assim como uma entrada de caixa abaixo da média dificilmente resultará em uma saída de caixa acima da média, o que não é uma surpresa, visto

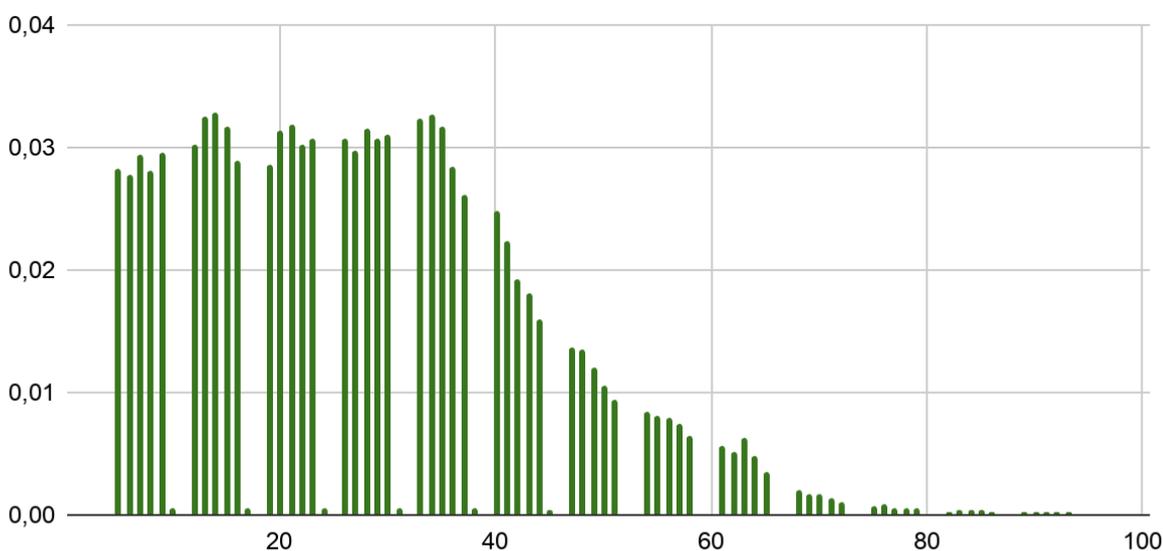
a não observação dessa relação resultar em grandes possibilidades de arbitragem. Dessa forma, um fator que pode gerar maior fluutuabilidade no custo da operação é o prazo de vencimento.

Ao analisar o histograma dos prazos de negociação das opções, é possível observar algumas lacunas, referentes a dias em que não ocorre negociação em bolsa, ou seja, sábados, domingos e feriados. Como os mercados de opções apenas funcionam de segunda a sexta e o vencimento de opções negociadas na B3 sempre ocorre na terceira sexta-feira do mês de vencimento, torna-se muito difícil encontrar opções com prazos de  $7n + 2$  e  $7n + 3$  dias, os quais só podem ocorrer em casos excepcionais de feriados na quinta e sexta-feira de vencimento, fazendo com que as datas de vencimento ocorram na quarta-feira, explicando os vazios no histograma.

Gráfico 17 - Histograma - prazos de vencimento da estratégia

### Prazo de vencimento da estratégia

Histograma - dias corridos para o vencimento



Fonte: elaborado pelo autor.

Como é possível observar, é mais comum observar operações de até 60 dias, sendo rara a composição de uma estratégia com prazo superior. O prazo médio se encontra em torno de 27 dias, com um desvio padrão de cerca de 19 dias. A curva possui assimetria positiva, estimada em cerca de 8,35. Dessa forma, a estratégia apresentou grande potencial para tomada

de crédito de curto prazo, exceto no caso de constante renovação da operação, o que pode demandar maiores níveis de garantia.

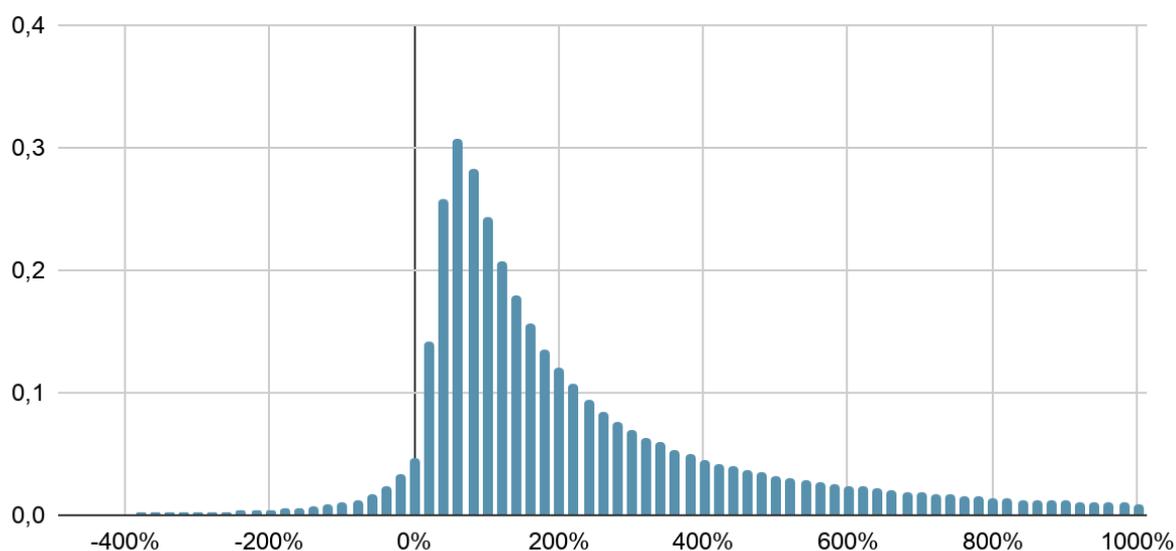
Tendo em mãos o valor presente, o valor futuro e o prazo da operação, é possível calcular a taxa de juros da operação. Para isso, podemos utilizar tanto o modelo de capitalização composto quanto o modelo de capitalização contínua. Para a taxa de capitalização composta, utilizamos a fórmula  $i = \left(\frac{FV}{PV}\right)^{\frac{365}{n}} - 1$ , onde  $i$  é a taxa de juros ao ano,  $FV$  é o valor futuro,  $PV$  é o valor presente e  $n$  é a quantidade de dias corridos até o vencimento da operação. Já no modelo de capitalização contínua, utilizamos a fórmula  $r = \frac{365}{n} \cdot \log\left(\frac{FV}{PV}\right)$ , sendo  $r$  a taxa de juros capitalizada continuamente. O valor de  $r$  também pode ser encontrado através da relação  $r = \log(1 + i)$ .

As taxas de juros da estratégia no modelo de capitalização composta possuem valores tão voláteis que se torna difícil exibi-las de forma gráfica. Por isso, os valores representados no gráfico abaixo foram convertidos para o formato de taxa de juros de capitalização contínua.

Gráfico 18 - Histograma - taxas de juros da estratégia em capitalização contínua

## Custo da estratégia de box spread

Taxa de juros em capitalização contínua - % a.a



Fonte: elaborado pelo autor.

Como é possível ver pelo histograma, a taxa de juros da estratégia possui grande variabilidade, incluindo até mesmo taxas de juros negativas. Vale ressaltar que as taxas de juros em capitalização contínua possuem comportamento ligeiramente diferente do modelo de juros compostos tradicionais. Por exemplo, uma taxa de juros de 200% em capitalização contínua equivale a uma taxa de 638% ao ano em regime de capitalização composto. Da mesma forma, uma taxa de juros de 400% ao ano em capitalização contínua equivale a uma taxa de juros de 5359% ao ano em capitalização composta.

A taxa de juros mediana, em regime de capitalização contínua, foi estimada em cerca de 160% ao ano, o que equivale a cerca de 395% ao ano. Da mesma forma, a taxa média se aproxima de 300% ao ano em regime contínuo, o que equivale a mais de 1900% ao ano em regime composto. Dessa forma, a maior parte das operações apresenta taxas de juros completamente inviáveis no cenário nacional, apesar de uma parcela dessas combinações, cerca de 5.6% das combinações no período, apresentarem taxas de juros negativas, o que se apresenta como uma ótima oportunidade de arbitragem.

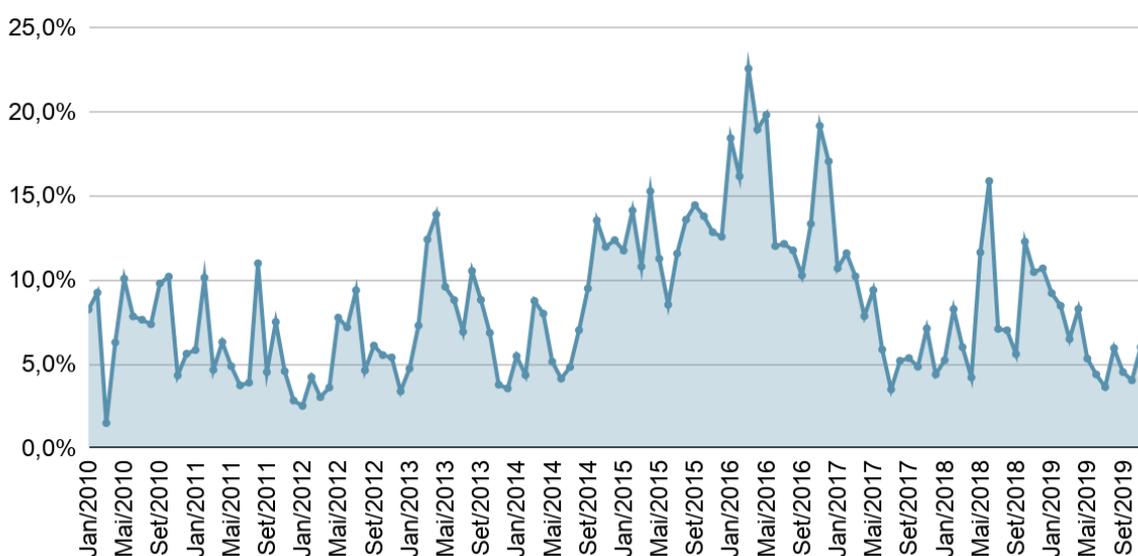
### 4.3 Comparação com outras modalidades de crédito

Dado o comportamento observado pela distribuição dos fatores de juros, optou-se por realizar a comparação com os meios tradicionais de financiamento de capital de giro através de uma análise baseada nos quantis. Para cada modalidade, foi calculada a quantidade relativa de operações de venda de box spread que possuem taxas de juros mais atrativas do que aquelas apresentadas pela própria categoria, mês a mês.

Sabendo que as taxas de juros podem chegar a valores alarmantes dentro da operação de box spread com facilidade, distorcendo não apenas a média, mas também a mediana, em alguns casos, convém focar a análise naqueles valores que efetivamente seriam considerados pelas empresas, ou seja, aqueles que são mais baratos do que seus modelos tradicionais de crédito. Dessa forma, o percentual calculado reflete a quantidade de combinações com taxas efetivamente competitivas. Começando pelo empréstimo bancário para capital de giro, podemos observar que cerca de 9.2% das operações de venda de box apresentam taxas de juros competitivas, indicando uma boa oportunidade de arbitragem nessa categoria.

Gráfico 19 - Estratégias de box spread mais baratas que o empréstimo para capital de giro

#### Box spread contra empréstimo bancário para capital de giro 2010 a 2019 - % de estratégias mais baratas



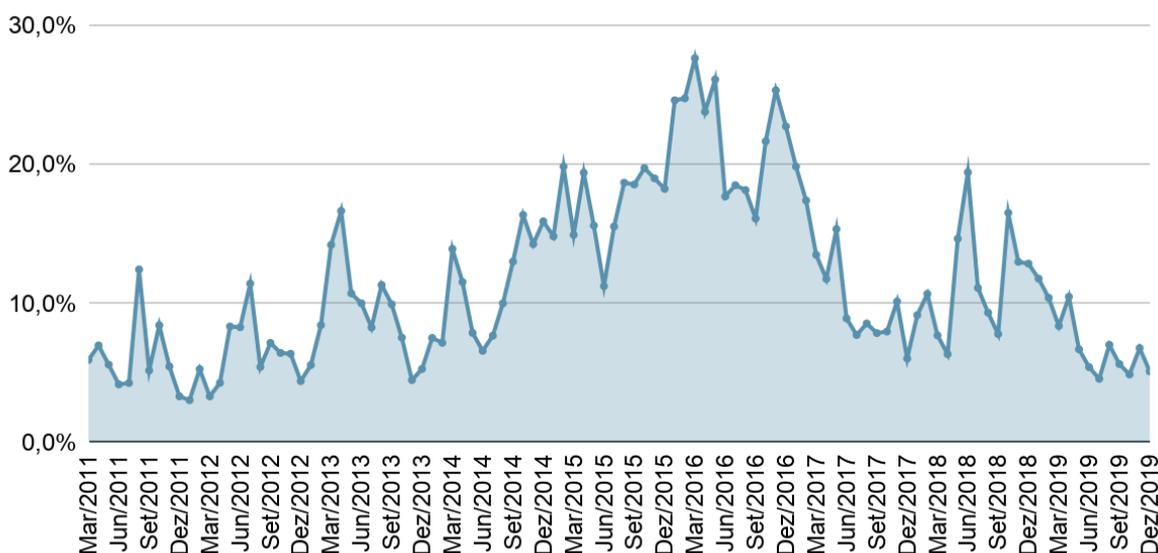
Fonte: elaborado pelo autor.

Ao analisar a categoria de capital de giro rotativo, o resultado é um pouco melhor. Cerca de 12% das estratégias apresentam taxas competitivas, em alguns meses chegando a mais de 26%, indicando o box spread como uma oportunidade de crédito mais barato que o giro rotativo para as organizações brasileiras, em alguns casos.

Gráfico 20 - Estratégias de box spread mais baratas que capital de giro rotativo

### Box spread contra capital de giro rotativo

2011 a 2019 - % de estratégias mais baratas



Fonte: elaborado pelo autor.

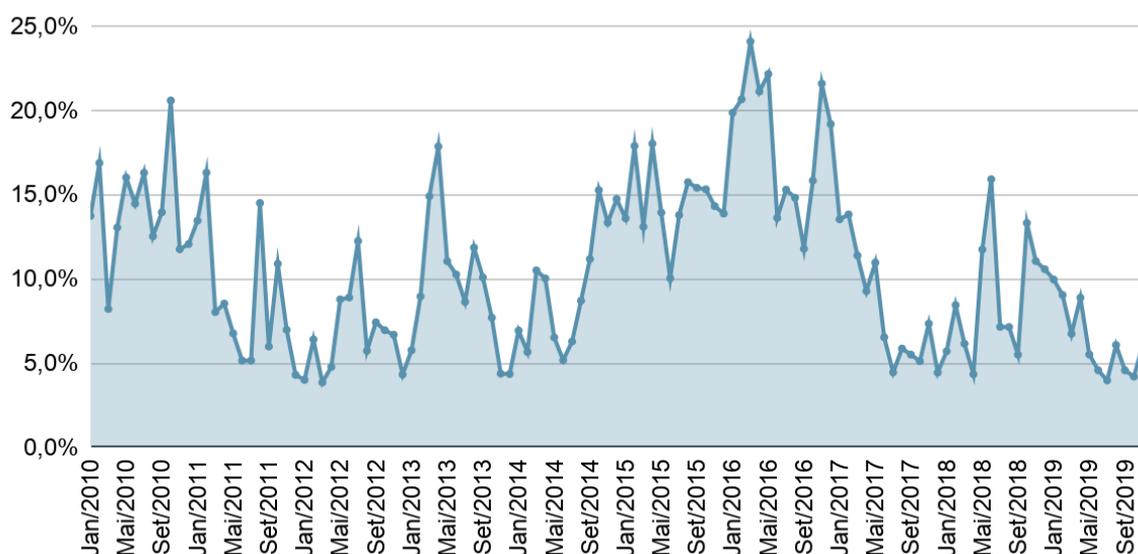
Na categoria de desconto bancário de duplicatas e recebíveis, é possível observar que cerca de 10% das estratégias montadas apresentam preços competitivos na categoria, não sendo um resultado tão bom quanto o apresentado contra o capital de giro rotativo, mas ainda assim demonstrando uma oportunidade de crédito mais barato em algumas situações.

Vale lembrar que, no desconto de duplicatas, é preciso ter um volume de recebíveis significativo, a carteira precisa ser aprovada por processo avaliativo da instituição financeira, o que pode levar algum tempo, e não há transferência do risco de inadimplência. Dessa forma, mesmo que a operação no mercado de opções possua preços semelhantes ou levemente superiores, ainda assim convém conferir as taxas da venda de box spread. (BCB, 2013; IBRI, CVM, 2015)

Gráfico 21 - Estratégias de box spread mais baratas que o desconto de duplicatas

## Box spread contra desconto de duplicatas

2010 a 2019 - % de estratégias mais baratas



Fonte: elaborado pelo autor.

As operações de fomento comercial aparecem como uma das melhores oportunidades para tomada de crédito por box spread, considerando as elevadas taxas de desconto da categoria, que tornam o factoring uma opção menos competitiva, ao menos ao se comparar as taxas diretamente.

Convertendo os fatores de desconto, incluindo o *ad valorem*, 24% das estratégias de box spread apresentam taxas inferiores àquelas cobradas pelas empresas de factoring, com base no Fator ANFAC. Em fevereiro de 2016, esse valor chegou a representar 42% das combinações da estratégia.

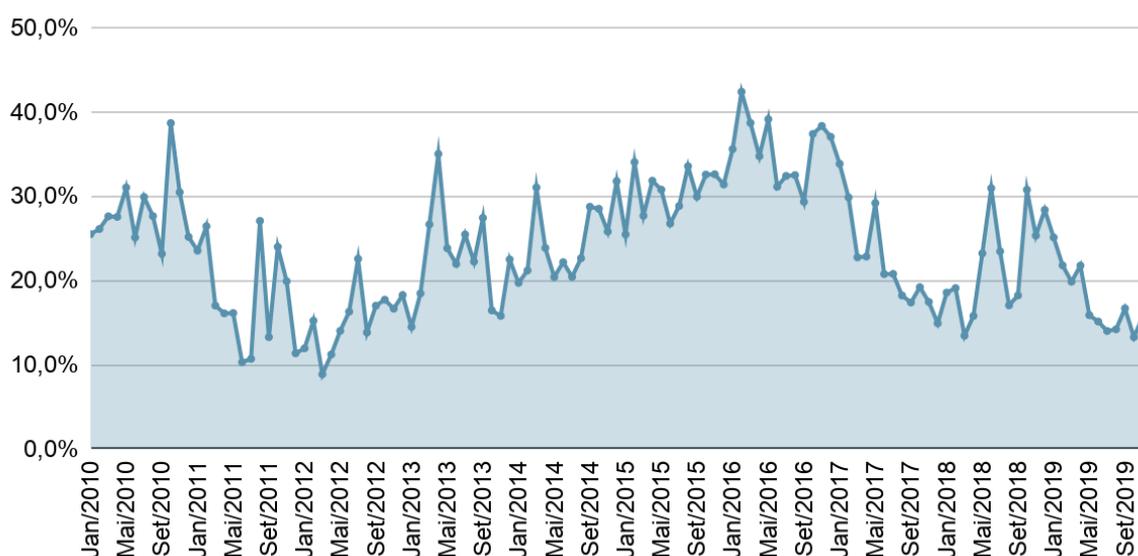
Vale salientar novamente que, nas operações de factoring convencional, há a transferência de risco da carteira, o que pode aliviar a situação da empresa em caso de inadimplência de seus consumidores. Além disso, é possível agregar outros serviços com a empresa de fomento, tornando a operação também mais atrativa, principalmente levando em conta a possibilidade de negociar taxas menores, caso o risco da carteira de crédito seja

reduzida ou se estabeleça um relacionamento de longo prazo com a empresa de factoring. (ANFAC, 2009; GARCIA, 1991; SANTOS, 2017).

Gráfico 22 - Estratégias de box spread mais baratas que o factoring convencional

### Box spread contra fomento mercantil

2010 a 2019 - % de estratégias mais baratas



Fonte: elaborado pelo autor.

Analisar o comportamento do indicador de custo de crédito é especialmente interessante por representar as operações em aberto, ou seja, não se limitar apenas a novas operações. (BCB, 2018a, 2019b). Ao analisar empréstimos mais antigos, mas que ainda estão em vigor, é possível encontrar um outro tipo de estratégia: a de refinanciamento.

Para uma instituição tomadora de crédito com saldos em aberto, principalmente em caso de juros pós-fixados ou em caso de empréstimos com taxas elevadas, pode ser de interesse da organização a realização de refinanciamento através do mercado de opções, seja através da antecipação de parcelas, seja através de amortização do empréstimo, caso as taxas sejam mais favoráveis.

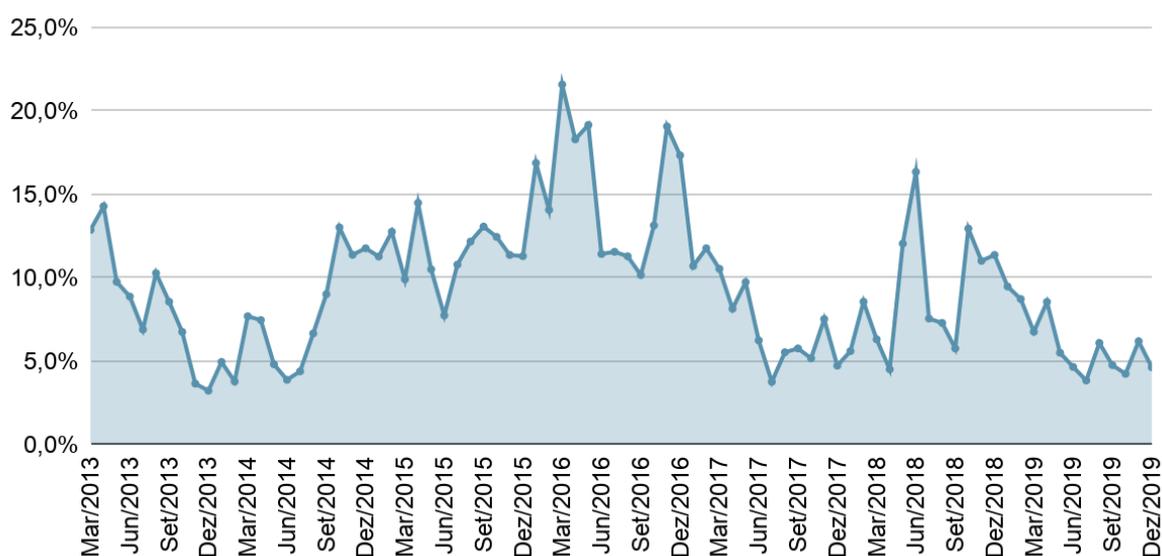
No caso das posições de empréstimo bancário em aberto para capital de giro, é possível observar um cenário razoavelmente favorável, no qual cerca de 9% de estratégias de box spread apresentaram taxas mais favoráveis do que os contratos em aberto na modalidade,

valor que chegou a superar 21% em março de 2016. Isso mostra que, ao buscar o mercado de opções para o refinanciamento de parcelas ou amortização da dívida, o tomador de crédito pode encontrar uma boa saída, em alguns casos.

Gráfico 23 - Estratégias de box spread mais baratas que o ICC - giro total

### Box spread contra o ICC - giro total

2013 a 2019 - % de estratégias mais baratas



Fonte: elaborado pelo autor.

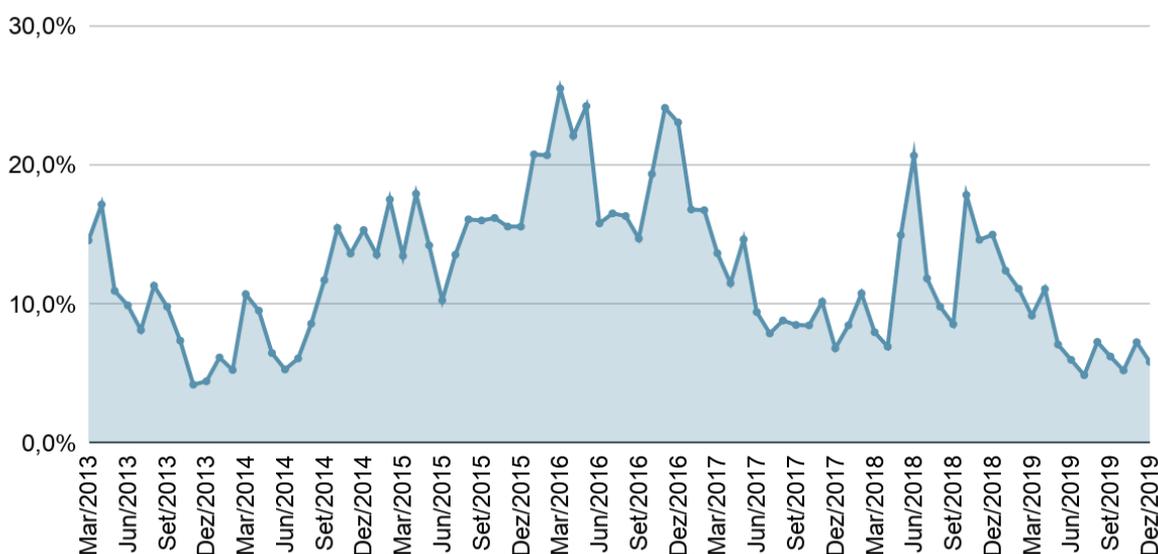
Em relação ao capital de giro rotativo, é possível obter operações de box com taxas mais competitivas em cerca de 12% das operações, sendo que, em alguns meses, foi obtido o patamar de 25%. Sabendo que a operação de capital de giro possui uma taxa de juros elevada, compensa ainda mais para o tomador de crédito o uso do mercado de opções para antecipação de parcelas ou amortização da dívida, sempre que as taxas lhe forem favoráveis.

Além disso, o próprio comportamento da operação de crédito rotativo se assemelha bastante com a estratégia de box spread em alguns pontos. Enquanto o capital de giro rotativo disponibiliza uma espécie de crédito pré-aprovado para a organização, disponível para uso a qualquer momento pela empresa (BCB, 2013, 2019b), a estratégia de venda de box também proporciona crédito de maneira rápida e sem grandes limitações, com exceção dos depósitos e margens de garantia. (BM&FBOVESPA, 2017a).

Gráfico 24 - Estratégias de box spread mais baratas que o ICC - giro rotativo

### Box spread contra o ICC - giro rotativo

2013 a 2019 - % de estratégias mais baratas



Fonte: elaborado pelo autor.

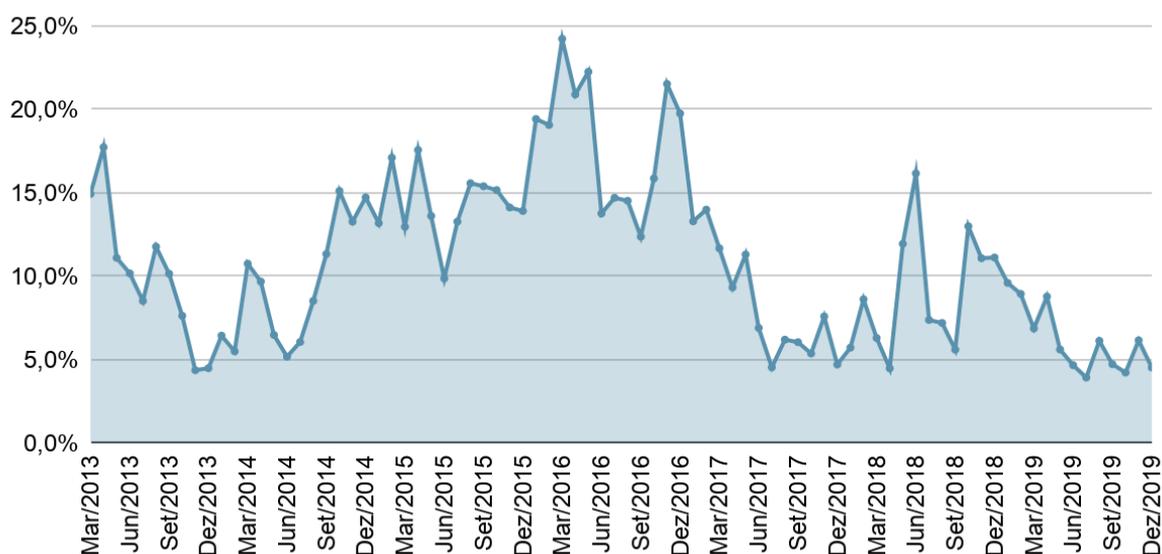
Na categoria de operações de desconto bancário de duplicatas em aberto, é possível observar que cerca de 10% de operações de box apresentaram taxas competitivas, alcançando cerca de 24% em março de 2016. Apesar de mostrar um resultado interessante, há de se observar que, no caso de contratos de desconto de duplicatas em aberto, é esperado que a duplicata venha a cobrir o pagamento no vencimento. Dessa forma, acaba não sendo tão interessante para a empresa o uso da estratégia para encerramento precoce do contrato quanto em outros casos.

No entanto, nada impede a empresa de se precaver contra uma possível inadimplência, ainda mais levando-se em conta a não transferência de risco na operação. (IBRI, CVM, 2015). Sabendo que há a possibilidade do cliente não cumprir suas obrigações, a utilização da estratégia pode servir como meio rápido de cumprir o pagamento do saldo devedor à instituição financeira, sendo possível realizar a operação de venda de um box de curto prazo, geralmente alguns dias antes do vencimento das duplicatas.

Gráfico 25 - Estratégias de box spread mais baratas que o ICC - duplicatas

### Box spread contra o ICC - duplicatas

2013 a 2019 - % de estratégias mais baratas



Fonte: elaborado pelo autor.

Ao analisarmos a competitividade da estratégia com alguns indicadores de crédito, podemos ter uma noção de como a operação se comporta de forma mais ampla. A taxa preferencial brasileira é um ótimo mecanismo de comparação de taxas de juros, visto refletir as taxas cobradas para empresas com baixíssimo risco de inadimplência. (ABBC, 2013; BCB, 2019a).

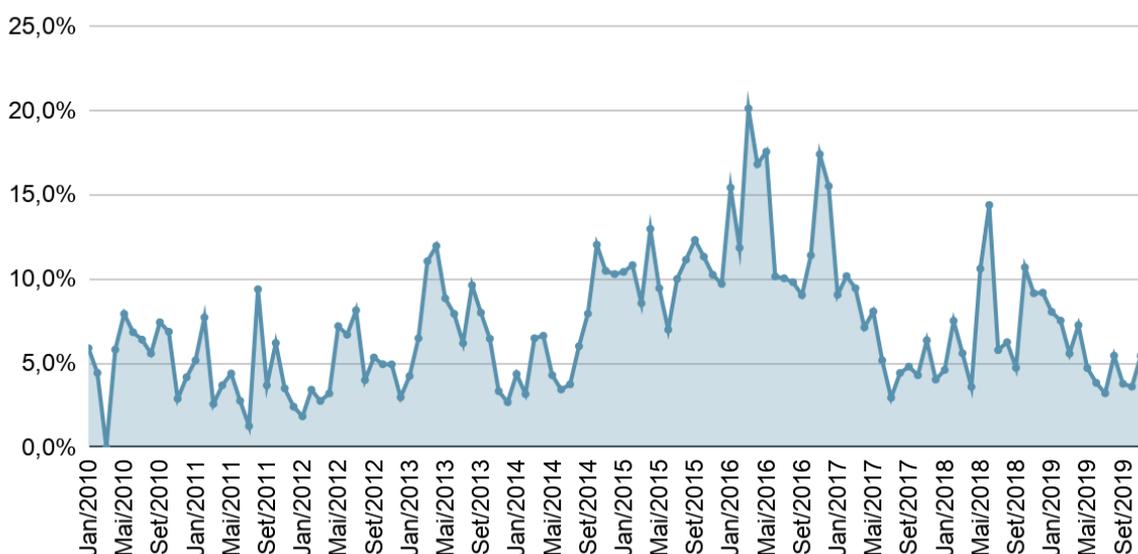
Ao realizar a comparação, é possível observar que cerca de 8% das vendas de box spread obtiveram taxas melhores que a taxa preferencial, o que indica uma oportunidade mesmo para as instituições com baixos níveis de risco. Isso é especialmente importante para médias e grandes empresas nacionais, que passam a poder buscar crédito de maneira mais barata no mercado através do mercado de opções.

O resultado também serve como indicativo do grande potencial para a estratégia de box spread como ferramenta de crédito, visto representar uma das taxas de crédito de menor risco. Em março de 2016, por exemplo, mais de 20% das estratégias de box apresentaram resultados altamente competitivos.

Gráfico 26 - Estratégias de box spread mais baratas que a taxa preferencial

## Box spread contra a Taxa Preferencial Brasileira

2010 a 2019 - % de estratégias mais baratas



Fonte: elaborado pelo autor.

Mesmo ao realizar uma comparação com a taxa de depósito interfinanceiro, uma das taxas básicas da economia, ao lado da SELIC (COSTA, RUBIK, 2008; SALVALÁGIO, 2006; SÁ, 2016), é possível encontrar algumas posições com preços mais competitivos do que os praticados em *overnight*, mostrando novamente um imenso potencial para a operação de box no mercado nacional.

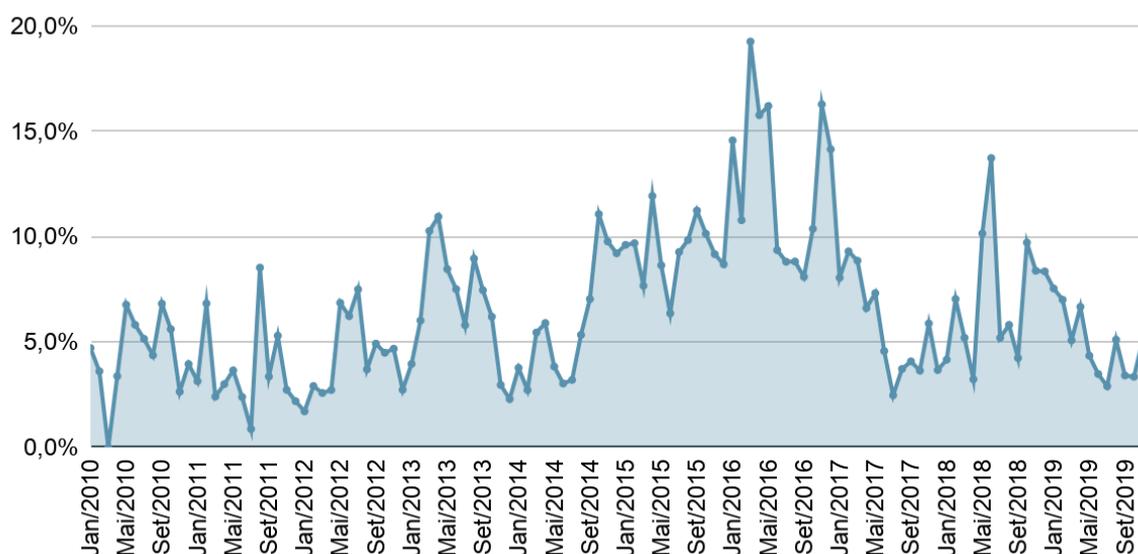
Como podemos observar no gráfico abaixo, a estratégia se posiciona abaixo do DI em cerca de 7% das operações, tendo alcançado a impressionante marca de 19% de operações abaixo do DI, mesmo incluindo os custos de transação, em março de 2016. Dessa forma, mesmo as instituições bancárias podem se beneficiar dessa estratégia.

Tal posição se coloca como clara oposição à hipótese dos mercados eficientes, visto que, ao superar as taxas DI e SELIC, a operação pode facilmente ser classificada como operação de arbitragem, afinal qualquer tomador de recursos com margem de garantia suficiente pode executar a estratégia sem grandes complicações, mesmo em caso de pequenas empresas, profissionais liberais e até mesmo pequenos investidores.

Gráfico 27 - Estratégias de box spread mais baratas que a taxa DI

## Box spread contra a Taxa DI

2010 a 2019 - % de estratégias mais baratas



Fonte: elaborado pelo autor.

## 5 Discussão dos Resultados

Como foi observado, não é tão raro encontrar combinações da estratégia de box spread que concedam taxas de juros abaixo daquelas praticadas pelo mercado, até mesmo mais baratas do que as taxas de depósito interfinanceiro, em alguns casos. Ainda assim, a ampla maioria das operações ainda constitui taxas muito acima daquelas indicadas para o mercado de crédito, nos quais há clara oportunidade de arbitragem com a operação inversa, podendo facilmente constituir investimento com taxa livre de risco.

Da mesma forma, é importante observar não apenas os custos, mas também aspectos qualitativos de cada operação. Enquanto empréstimos bancários ou venda de direitos creditórios para empresas de factoring precisam passar por processos de análise de crédito, a operação de box spread pode ser realizada a qualquer momento no mercado de capitais, desde que o tomador de crédito possua as garantias necessárias ou tenha algum modo de conseguí-las de forma facilitada.

No entanto, a necessidade de depósito de garantias padronizado pela B3 muitas vezes pode se mostrar como um impeditivo ou, ao menos, como uma inconveniência para diversas empresas, as quais podem não possuir ativos dessa categoria para depósito. Como alternativa, pode ser pensado algum mecanismo de empréstimo de garantias por outras organizações, principalmente por grandes empresas de investimento, as quais poderiam conceder um empréstimo de títulos públicos, cotas de fundos ou mesmo ações, lastreado na garantia de algum imobilizado da empresa, por exemplo. Nesse caso, a situação se configura como ganha-ganha, pois a tomadora do empréstimo pode acessar uma modalidade de crédito possivelmente mais barato, pagando uma quantia pequena para a empresa de investimentos, a qual teria não apenas como garantia um imobilizado de valor possivelmente superior aos títulos emprestados, para caso de inadimplência do tomador, como também a garantia de que, havendo o pagamento, lhe será garantido não apenas o valor do aluguel dos títulos, mas também os lucros e recebimentos dos mesmos.

A facilidade de acesso a operação, com baixo custo de entrada, alta variação de preços no valor presente, que permitem a busca por taxas mais agressivas tanto para investimento quanto captação de recursos, assim como a facilidade para sair da posição ao realizar a operação inversa conferem a estratégia de box spread uma grande oportunidade para as empresas brasileiras, apesar dos prazos não serem tão convidativos e ser necessário realizar uma busca pelas composições mais adequadas para as necessidades da organização.

## **6 Considerações Finais**

Como observamos, há uma grande oportunidade para execução da estratégia de box spread como ferramenta de crédito no mercado brasileiro, em especial para o financiamento de capital de giro. No entanto, é preciso estar atento às movimentações do mercado, visto um grande volume de operações com taxas extremamente acima daquelas praticadas em outros mercados, as quais indicam possibilidade de altos lucros ao entrar na posição inversa.

Considerando o uso de dados secundários para o presente trabalho, há certa limitação em relação aos tipos de dados disponíveis para acesso. Os dados sobre fator de deságio para operações de fomento comercial foram calculados com base no fator ANFAC, o qual apenas é uma recomendação, não representando, necessariamente, o custo médio das operações de

factoring no Brasil, fator que pode ter influenciado positivamente ou negativamente na análise de custos da operação. (ANFAC, 2009; SANTOS, 2017).

Da mesma forma, a base de dados de transações envolvendo opções na B3 não apresentou diferenciação quanto à característica das opções de compra. Enquanto as opções de venda obrigatoriamente seguem o formato europeu de exercício, o mesmo não se pode dizer a respeito das opções de compra, que podem tanto seguir o modelo europeu quanto o americano. (B3, 2019a, 2019b). Como a operação de box spread exige o uso de opções europeias para realmente oferecer uma taxa livre de risco, é possível que variações no mercado a vista levem a uma execução antecipada, comprometendo, dessa forma, a operação de crédito.

Outro problema é a variação de preços durante o dia. Enquanto a base de dados da B3 apresenta o preço mínimo, máximo e médio das operações do ativo durante o dia, não é possível saber se, em algum momento específico do dia, era realmente possível executar a operação, ou se a estratégia realmente poderia ser executada com os preços médios, ou se poderia gerar situações com taxas de juros mais ou menos favoráveis para o tomador. (B3, 2020b).

Considerando as limitações do presente estudo, seria interessante o trabalho com dados diretamente do pregão, que pudessem conferir com maior precisão as possibilidades de montagem da estratégia em tempo real, de forma a diminuir distorções decorrentes do uso de preços médios, assim como permitir a filtragem de opções de compra européias.

Como sugestão de trabalhos futuros, há a possibilidade de analisar com maior profundidade o comportamento das distribuições de taxas e fatores de juros, assim como o comportamento dos valores presentes e futuros da operação de box spread no cenário brasileiro e internacional. Vale verificar se os modelos de precificação de opções, como o modelo Black-Scholes, se comportam como geradores de condições de arbitragem para a operação de box spread, visto que um modelo livre de arbitragem deveria ser indiferente à volatilidade de preços do ativo-objeto no mercado à vista, mas dependente do prazo de vencimento.

Outro ponto a ser analisado é se, uma vez dentro da estratégia, compensa mais para a organização manter-se na posição até o vencimento, utilizando o capital excedente para investimento de curtíssimo prazo ou mesmo como reserva para a data de vencimento, ou se a saída prematura com a operação inversa é uma estratégia mais interessante, mesmo levando em conta os custos de transação e os custos de oportunidade da empresa, ou ainda se compensa a renovação da estratégia, ou seja, liquidar a posição antes do vencimento para entrar em outra combinação com prazo superior.

Por fim, também pode ser analisada a competitividade de outras estratégias livres de risco com opções, como o box de 2 pontas, composto por duas opções de câmbio flexíveis, e o box de 3 pontas, composto por uma opção de compra, uma opção de venda e o ativo no mercado à vista (ITAÚ, 2016; CETIP, 2016), e como estas estratégias se comparam ao box spread tradicional, tanto em tarifas e valores, como em aspectos qualitativos, como liquidez e volume.

## Referências

ÁGORA INVESTIMENTOS. **Índice**. São Paulo, SP. 18 de outubro de 2018. Disponível em: <<https://agorainvest.com.br/uploads/ns/pdf/prodacoesconsolidado.pdf>>. Acesso em: 08/02/2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE BANCOS. **Relatório de Economia Bancária e Crédito**. São Paulo, SP. 2013. Disponível em: <[http://portalabbc.org.br/images/content/Relat%C3%B3rio%20de%20Economia%20Banc%C3%A1ria%20e%20Cr%C3%A9dito2\(4\).pdf](http://portalabbc.org.br/images/content/Relat%C3%B3rio%20de%20Economia%20Banc%C3%A1ria%20e%20Cr%C3%A9dito2(4).pdf)>. Acesso em: 16/01/2021.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS SOCIEDADES DE FOMENTO MERCANTIL. **Cartilha do Factoring**. Brasília, DF. 31 de março de 2009. Disponível em: <[http://sinfacrj.com.br/downloads/cartilha\\_anfac\\_para\\_empresas\\_de\\_factoring.pdf](http://sinfacrj.com.br/downloads/cartilha_anfac_para_empresas_de_factoring.pdf)>. Acesso em: 08/02/2021.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS SOCIEDADES DE FOMENTO MERCANTIL. **Série histórica do Fator ANFAC**. Brasília, DF. 03 de fevereiro de 2021. Disponível em: <<https://anfac.com.br/fator-anfac/>>. Acesso em: 18/01/2021.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Aperfeiçoamentos da metodologia de cálculo da Taxa Preferencial Brasileira**. Brasília, DF. 2019a. Disponível em: <[https://www.bcb.gov.br/conteudo/relatorioinflacao/EstudosEspeciais/Aperfeiçoamentos\\_da\\_metodologia\\_de\\_calculo\\_da\\_Taxa\\_Preferencial\\_Brasileira.pdf](https://www.bcb.gov.br/conteudo/relatorioinflacao/EstudosEspeciais/Aperfeiçoamentos_da_metodologia_de_calculo_da_Taxa_Preferencial_Brasileira.pdf)>. Acesso em: 08/02/2021.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Glossário: estatísticas monetárias e de crédito**. Brasília, DF. 27 de maio de 2019b. Disponível em: <[https://www.bcb.gov.br/content/estatisticas/docs\\_estatisticasmonetariascredito/glossariocredito.pdf](https://www.bcb.gov.br/content/estatisticas/docs_estatisticasmonetariascredito/glossariocredito.pdf)>. Acesso em: 08/02/2021.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Nota Técnica do Banco Central do Brasil nº 45 - Indicador de Custo do Crédito**. Brasília, DF. 6 de junho de 2018a. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/content/publicacoes/notastecnicas/2018nt45custocred.pdf>>. Acesso em: 08/02/2021.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Nova estrutura de dados de crédito – Nota Metodológica**. Brasília, DF. 25 de fevereiro de 2013. Disponível em:

<<https://www.bcb.gov.br/ftp/infecon/notaempr.pdf>>. Acesso em: 08/02/2021.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Relatório de economia bancária**. Brasília, DF. 12 de junho de 2018b. 1 ed. Disponível em:

<[https://www.bcb.gov.br/pec/depep/spread/reb2018/REB\\_2017\\_ed\\_12\\_jun\\_18.pdf](https://www.bcb.gov.br/pec/depep/spread/reb2018/REB_2017_ed_12_jun_18.pdf)>. Acesso em: 08/02/2021.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Sistema gerenciador de séries temporais**. Brasília, DF. 2021. Disponível em: <<https://www3.bcb.gov.br/sgspub>>. Acesso em: 08/02/2021.

BENATTI, Mateus. **Necessidade de Capital de Giro e sua aplicabilidade prática**. Porto Alegre, RS. Julho de 2007. Disponível em:

<<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/159054/000646253.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 08/02/2021.

BENZION, Uri; DANAN, Shmuel; YAGIL, Joseph. **Box Spread Strategies and Arbitrage Opportunities**. The Journal of Derivatives. 2005. pp. 47-62.

<<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.603.3578&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 08/02/2021.

BM&FBOVESPA. **Manual de administração de risco da câmara de compensação e liquidação da BM&FBOVESPA**. São Paulo, SP. 24 de fevereiro de 2017a. Disponível em:

<<http://www.b3.com.br/data/files/97/10/D4/58/586BB510CAF42BB5790D8AA8/Manual%20de%20Administracao%20de%20Risco%20da%20Camara%20BMFBOVESPA.pdf>>. Acesso em: 08/02/2021.

BM&FBOVESPA. **Manual de procedimentos operacionais da câmara de compensação e liquidação da BM&FBOVESPA**. São Paulo, SP. 24 de fevereiro de 2017b. Disponível em:

<<http://www.b3.com.br/data/files/E2/10/C1/DF/386BB510CAF42BB5790D8AA8/Manual%20de%20Procedimentos%20Operacionais%20da%20Camara%20BMFBOVESPA.pdf>>.

Acesso em: 08/02/2021.

BM&FBOVESPA. **Manual de procedimentos operacionais da central depositária da BM&FBOVESPA**. São Paulo, SP. 24 de fevereiro de 2017c. Disponível em:

<<http://www.b3.com.br/data/files/F0/20/6B/53/786BB510CAF42BB5790D8AA8/Manual%20de%20Procedimentos%20Operacionais%20da%20Central%20Depositaria%20da%20BMFB%20OVESPA.pdf>>. Acesso em: 08/02/2021.

BM&FBOVESPA. **Regulamento da câmara de compensação e liquidação da BM&FBOVESPA**. São Paulo, SP. 24 de fevereiro de 2017d. Disponível em:

<<http://www.b3.com.br/data/files/3E/00/95/28/386BB510CAF42BB5790D8AA8/Regulamento%20da%20Camara%20BMFB%20OVESPA.pdf>>. Acesso em: 08/02/2021.

BM&FBOVESPA. **Regulamento da central depositária da BM&FBOVESPA**. São Paulo, SP. 14 de fevereiro de 2017e. Disponível em:

<<http://www.b3.com.br/data/files/4C/10/D4/A9/686BB510CAF42BB5790D8AA8/Regulamento%20da%20Central%20Depositaria%20da%20BMFB%20OVESPA.pdf>>. Acesso em: 08/02/2021.

BM&FBOVESPA, COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS. **Mercado de derivativos no Brasil: conceitos, produtos e operações**. Rio de Janeiro, RJ. Janeiro de 2015. 1. ed.

Disponível em:

<<http://www.investidor.gov.br/portaldoinvestidor/export/sites/portaldoinvestidor/publicacao/Livro/Livro-TOPDerivativos.pdf>>. Acesso em: 08/02/2021.

BOLSA DE MERCADORIAS & FUTUROS. **Mercados Derivativos**. Rio de Janeiro, RJ. Julho de 2007. Disponível em:

<[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1818183/mod\\_resource/content/1/ENS%20-%20MF%20BMF%202007%20-%20BK%20Introd%20Derivativos.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1818183/mod_resource/content/1/ENS%20-%20MF%20BMF%202007%20-%20BK%20Introd%20Derivativos.pdf)>. Acesso em: 08/02/2021.

BORGES, Luiz Ferreira Xavier; LOPES, Lilia Maria Bittencourt. **Os valores mobiliários e a captação de empréstimos no mercado financeiro doméstico**. Revista do BNDES. Rio de Janeiro, RJ. Junho de 2001. Disponível em:

<[https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/13426/1/RB%2015%20Os%20Valores%20Mobili%C3%A1rios%20e%20a%20Capta%C3%A7%C3%A3o%20de%20Empr%C3%A9stimos%20no%20Mercado%20Financeiro%20Dom%C3%A9stico\\_P\\_BD.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/13426/1/RB%2015%20Os%20Valores%20Mobili%C3%A1rios%20e%20a%20Capta%C3%A7%C3%A3o%20de%20Empr%C3%A9stimos%20no%20Mercado%20Financeiro%20Dom%C3%A9stico_P_BD.pdf)>. Acesso em: 08/02/2021.

BRAGA, Roberto. **Análise avançada do capital de giro**. São Paulo, SP. Setembro de 1991. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cest/n3/n3a03.pdf>>. Acesso em: 08/02/2021.

BRASIL, BOLSA E BALCÃO. **Câmara B3: Administração de Garantias**. Gerência de Monitoramento de Garantias. São Paulo, SP. Agosto de 2020a. Disponível em:

<[http://www.b3.com.br/data/files/6C/A1/8A/A9/AACB47108F1C3B47AC094EA8/b3\\_20-09\\_3\\_WorkshopGarantias.pdf](http://www.b3.com.br/data/files/6C/A1/8A/A9/AACB47108F1C3B47AC094EA8/b3_20-09_3_WorkshopGarantias.pdf)>. Acesso em: 08/02/2021.

BRASIL, BOLSA E BALCÃO. **Contrato de opção de compra sobre ação, unit e ETF**. São Paulo, SP. 11 de dezembro de 2019a. Disponível em:

<<http://www.b3.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8AE490CA6EF8051B016F0EBD78E5655C>>. Acesso em: 08/02/2021.

BRASIL, BOLSA E BALCÃO. **Contrato de opção de venda sobre ação, unit e ETF**. São Paulo, SP. 11 de dezembro de 2019b. Disponível em:

<<http://www.b3.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8AE490CA6EF8051B016F0EBD79086567>>. Acesso em: 08/02/2021.

BRASIL, BOLSA E BALCÃO. **Cotações históricas - mercado à vista**. São Paulo, SP. 3 de fevereiro de 2021a. Disponível em:

<[http://www.b3.com.br/pt\\_br/market-data-e-indices/servicos-de-dados/market-data/historico/mercado-a-vista/cotacoes-historicas/](http://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/servicos-de-dados/market-data/historico/mercado-a-vista/cotacoes-historicas/)>. Acesso em: 08/02/2021.

BRASIL, BOLSA E BALCÃO. **Índice DI – série histórica do DI**. São Paulo, SP. 3 de fevereiro de 2021b. Disponível em:

<[http://www.b3.com.br/pt\\_br/market-data-e-indices/indices/indices-de-segmentos-e-setoriais/serie-historica-do-di.htm](http://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/indices/indices-de-segmentos-e-setoriais/serie-historica-do-di.htm)>. Acesso em: 08/02/2021.

BRASIL, BOLSA E BALCÃO. **Layout do arquivo – cotações históricas**. São Paulo, SP. 5 de outubro de 2020b. v2.0. Disponível em:

<[http://www.b3.com.br/data/files/33/67/B9/50/D84057102C784E47AC094EA8/SeriesHistoricas\\_Layout.pdf](http://www.b3.com.br/data/files/33/67/B9/50/D84057102C784E47AC094EA8/SeriesHistoricas_Layout.pdf)>. Acesso em: 08/02/2021.

BRASIL, BOLSA E BALCÃO. **Manual de procedimentos operacionais de negociação da B3**. São Paulo, SP. 4 de abril de 2019c. Disponível em:

<<http://www.b3.com.br/data/files/93/D2/40/3B/8AFE961023208E96AC094EA8/Manual%20de%20procedimentos%20operacionais%20de%20negocia%C3%A7%C3%A3o%20da%20B3%20-%20Vers%C3%A3o%2008042019.pdf.pdf>>. Acesso em: 08/02/2021.

BRASIL, BOLSA E BALCÃO. **Por dentro da B3**. 15 de maio de 2017. 1 ed. Disponível em:

<<http://www.b3.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8AE490CA6EF8051B016EFF8D43BD2064>>. Acesso em: 08/02/2021.

BRITO, Paulo Eduardo Pereira de. **Administração do capital de giro: sua importância no resultado da empresa**. Brasília, DF. 22 de junho de 2015. Disponível em:

<<https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/123456789/780/2/20151463.pdf>>. Acesso em: 08/02/2021.

CAMARGOS, Marcos Antônio de; FONSECA, Simone Evangelista; IQUIAPAZA; Robert Aldo; SILVA, Sabrina Espinele da. **Determinantes da Necessidade de Capital de Giro e do Ciclo Financeiro das empresas brasileiras listadas na B3**. Revista Catarinense da Ciência Contábil. Florianópolis, SC. 2019. ISSN 2237-7662. Disponível em:

<<http://revista.crcsc.org.br/index.php/CRCSC/article/view/2842>>. Acesso em: 08/02/2021.

CETIP. **Estratégia de renda fixa**. São Paulo, SP. 22 de junho de 2016. Disponível em:

<<https://www2.cetip.com.br/download.aspx?CID=068b7cf0-a4d3-4c42-9219-81e164db1911>>. Acesso em: 08/02/2021.

CHICAGO MERCANTILE EXCHANGE. **25 estratégias comprovadas para negociar opções no mercado de futuros do CME Group**. Chicago, USA. 21 de junho de 2013.

Disponível em: <<https://www.cmegroup.com/pt/education/files/25-strategies-portugese.pdf>>.

Acesso em: 08/02/2021.

CLEAR. **Mercado de opções**. São Paulo, SP. 27 de dezembro de 2018. Disponível em:

<<https://www.clear.com.br/site/pubfiles/ebook/eBook-Opcoes-Clear.pdf>>. Acesso em:

08/02/2021.

CLEAR. **Opções: descubra como funciona esse mercado**. São Paulo, SP. 1 de novembro de 2017. Disponível em:

<<https://www.clear.com.br/site/Content/pdf/download-ebooks/eBook-Opcoes.pdf>>. Acesso

em: 08/02/2021.

COELHO, Fábio Ulhoa. **Manual de direito comercial**. São Paulo, SP. 13 de setembro de 2010. Editora Saraiva. 23 ed. ISBN 978-85-02-11269-8. Disponível em:

<[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1745047/mod\\_resource/content/1/Manual%20de%20Direito%20Comercial%20-%20Fabio%20Ulhoa%20Coelho.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1745047/mod_resource/content/1/Manual%20de%20Direito%20Comercial%20-%20Fabio%20Ulhoa%20Coelho.pdf)>. Acesso em: 08/02/2021.

COMERLATO, Eduardo Arthur. **A atratividade da estratégia de investimento box spread no mercado financeiro brasileiro**. Porto Alegre, RS. Julho de 2014. Disponível em:

<<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/111957/000947463.pdf>>. Acesso em:

08/02/2021.

COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS. **Direito do mercado de valores mobiliários**.

Rio de Janeiro, RJ. Novembro de 2017. 1 ed. Disponível em:

<[https://www.investidor.gov.br/portaldoinvestidor/export/sites/portaldoinvestidor/publicacao/Livro/Livro\\_top\\_Direito.pdf](https://www.investidor.gov.br/portaldoinvestidor/export/sites/portaldoinvestidor/publicacao/Livro/Livro_top_Direito.pdf)>. Acesso em: 08/02/2021.

COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS. **Mercado de valores mobiliários brasileiro**.

Rio de Janeiro, RJ. Setembro de 2019. 4 ed. Disponível em:

<[https://www.investidor.gov.br/portaldoinvestidor/export/sites/portaldoinvestidor/publicacao/Livro/livro\\_TOP\\_mercado\\_de\\_valores\\_mobiliarios\\_brasileiro\\_4ed.pdf](https://www.investidor.gov.br/portaldoinvestidor/export/sites/portaldoinvestidor/publicacao/Livro/livro_TOP_mercado_de_valores_mobiliarios_brasileiro_4ed.pdf)>. Acesso em:

08/02/2021.

COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS, INSTITUTO BRASILEIRO DE RELAÇÕES COM INVESTIDORES. **Relações com investidores: da pequena empresa ao mercado de capitais**. Rio de Janeiro, RJ. Março de 2015. 2 ed. Disponível em:

<<https://www.investidor.gov.br/portaldoinvestidor/export/sites/portaldoinvestidor/publicacao/Livro/Livro-IBRI-CVM.pdf>>. Acesso em: 08/02/2021.

CORREIA, Flávio Alberto; GADELHA, José Junior. **A importância da duplicata virtual nos negócios jurídicos da atualidade**. Imperatriz, MA. 19 de agosto de 2013. Disponível em: <<http://www.publicadireito.com.br/artigos/?cod=b4e62d5681b956d7>>. Acesso em: 08/02/2021.

COSTA, Karine Viviane de Andrade da; RUBIK, Eduardo Medeiros. **Algumas relações entre a SELIC Over e o CDI**. Unioeste. Cascavel, PR. 2008. Disponível em: <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/csaemrevista/article/download/3285/2593>>. Acesso em: 08/02/2021.

DUARTE, Jackson Luiz. **Avaliação de desempenho em empresa de fomento mercantil**. Pato Branco, PR. 11 de maio de 2016. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6034/1/PB\\_EGCF\\_IX\\_2015\\_04.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6034/1/PB_EGCF_IX_2015_04.pdf)>. Acesso em: 08/02/2021.

DUARTE, Rebeca de Jesus. **Avaliação de Opções Asiáticas**. Lisboa, Portugal. 2015. Disponível em: <[https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/22303/1/ulfc115945\\_tm\\_Rebeca\\_Duarte.pdf](https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/22303/1/ulfc115945_tm_Rebeca_Duarte.pdf)>. Acesso em: 08/02/2021.

GARCIA, Fábio Gallo. **Operações de fomento comercial: factoring**. Fundação Getúlio Vargas. São Paulo, SP. 11 de novembro de 1991. Disponível em: <<https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/4775/1199200610.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 08/02/2021.

GOES, Fernando. **Opções - descubra como funciona esse mercado**. São Paulo, SP. 16 de setembro de 2016. Disponível em: <<http://produtos.infomoney.com.br/hubfs/ebook-opcoes-goes.pdf>>. Acesso em: 08/02/2021.

HULL, John C. **Options, futures and other derivatives**. University of Toronto. Toronto, Canada. 2015. 9 ed. ISBN 978-0-13-345631-8. Disponível em:

<[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1214184/mod\\_folder/content/0/Hull.J.C.-Options.Futures.and.Other.Derivatives.9th.edition.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1214184/mod_folder/content/0/Hull.J.C.-Options.Futures.and.Other.Derivatives.9th.edition.pdf)>. Acesso em: 08/02/2021.

ITAÚ. **Custódia e controladoria de fundos e carteiras: manual de marcação a mercado**.

Itaú Securities Services. São Paulo, SP. Junho de 2016. Disponível em:

<[https://cmcapital.com.br/wp-content/uploads/2019/09/Manual-de-Marcacao-a-Mercado\\_Itau.pdf](https://cmcapital.com.br/wp-content/uploads/2019/09/Manual-de-Marcacao-a-Mercado_Itau.pdf)>. Acesso em: 08/02/2021.

KUME, Ricardo; SEIDEL, André. **Contabilização das variações da Necessidade de Capital de Giro**. São Paulo, SP. 18 de março de 2003. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/rcf/v14n31/v14n31a05.pdf>>. Acesso em: 08/02/2021.

MARQUES, José Augusto Veiga da Costa; BRAGA, Roberto. **Análise dinâmica do capital de giro: o modelo Fleuriet**. Revista de Administração de Empresas. São Paulo, SP. 1995.

Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rae/v35n3/a07v35n3.pdf>>. Acesso em: 08/02/2021.

SÁ, Anderson Ricardo Ubinha de. **Estudo sobre a metodologia de apuração da taxa**

**DI-CETIP e seus impactos no mercado**. São Paulo, SP. Setembro de 2016. Disponível em:

<<http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/17012/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Final%20-%20Anderson%20Ricardo%20Ubinha%20de%20S%C3%A1%20vf.pdf>>. Acesso em: 08/02/2021.

SALVALÁGIO, Alessandra Vieira De Souza. **Análise e evolução da taxa SELIC meta em relação à taxa SELIC efetiva e seus reflexos sobre a dívida pública interna**. Universidade

Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. Abril de 2006. Disponível em:

<<http://tcc.bu.ufsc.br/Economia295499.pdf>>. Acesso em: 08/02/2021.

SANTOS; Orlando de Souza. **Fomento comercial: capacitação e integração de operadores e back office**. Sindicato das Sociedades de Fomento Mercantil do Estado do Rio Grande do Sul. 22 de maio de 2017. Disponível em:

<<http://www.sinfacrs.com.br/docs/Apostila-Curso-Operador-Back-Office---RS.pdf>>. Acesso em: 08/02/2021.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS DO ESTADO DO AMAPÁ. **Orientações de linhas de crédito às micro e pequenas empresas e ao microempreendedor individual.** Macapá, AP. 24 de outubro de 2014. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/AP/Anexos/Cartilha%20de%20linhas%20de%20credito%20para%20MPEs%20e%20MEI.pdf>>. Acesso em: 08/02/2021.

STABILE, Helbio Henrique. **Factoring: um estudo desse mecanismo de apoio às pequenas e médias empresas.** Universidade Estadual de Maringá. Maringá, PR. 2012. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/CadAdm/article/view/20847/11070>>. Acesso em: 08/02/2021.

XP Investimentos. **Contrato de intermediação e custódia e outras avenças.** Rio de Janeiro, RJ. 8 de outubro de 2020. Disponível em: <<https://www.clear.com.br/site/Content/pdf/contrato-de-intermediacao-2-8-19.pdf>>. Acesso em: 08/02/2021.

## Apêndice A - Script para setup da análise - box spread

```
// Cria todos os diretórios necessários para a análise
// Executar com permissão de escrita (deno run --allow-write setup.js)
// Após a execução, inserir os arquivos da B3 na pasta input,
// transferir o apêndice D para './stock_options/settings/functions.js' e
// transferir o apêndice C para './stock_options/main.js'

await Deno.mkdir('./stock_options');
await Deno.mkdir('./stock_options/.vscode');
await Deno.mkdir('./stock_options/settings');
await Deno.mkdir('./stock_options/input');
await Deno.mkdir('./stock_options/output');
await Deno.mkdir('./stock_options/output/1_stock_options_b3');
await Deno.mkdir('./stock_options/output/2_stock_options_formatted');
await Deno.mkdir('./stock_options/output/3_stock_options_cleaned');
await Deno.mkdir('./stock_options/output/4_box_spread');

await Deno.writeFile('./stock_options/.vscode/settings.json',
`{
  "deno.enable": true
}`);

// Gera arquivo scheme.csv com apenas os campos utilizados na análise

await Deno.writeFile('./stock_options/settings/layout.csv',
`name;start;end
data;3;10
codigo_bdi;11;12
nome_papel;13;24
premio;96;108
volume;171;188
preco_exercicio;189;201
vencimento;203;210`);

await Deno.writeFile('./stock_options/settings/functions.js', '');
```

## Apêndice B - Layout completo para série histórica da B3 - CSV

```
name;start;end
tipo;1;2
data;3;10
codigo_bdi;11;12
nome_papel;13;24
tipo_mercado;25;27
nome_resumido;28;39
especificacao_papel;40;49
prazo_mercado_termo;50;52
moeda_referencia;53;56
preco_abertura;57;69
preco_maximo;70;82
preco_minimo;83;95
preco_medio;96;108
preco_ultimo_papel;109;121
preco_melhor_compra;122;134
preco_melhor_venda;135;147
volume_negocios_papel_pregao;148;152
quantidade_titulo_papel;153;170
volume_titulo_papel;171;188
preco_exercicio_opcoes;189;201
indicador_correcao_preco_exercicio_opcoes;202;202
data_vencimento_opcoes;203;210
fator_cotacao;211;217
preco_exercicio_opcoes_em_dolar;218;230
codigo_isin;231;242
numero_de_distribuicao;243;245
```

## Apêndice C - Script para composição da estratégia box spread

```

import { load_csv, separate, time_difference, group, ungroup, combine, range
} from './settings/functions.js';

// Lê o arquivo de layout para a base de dados da B3.
const b3_layout = await load_csv('./settings/layout.csv');

// Função que agrega a operação de box spread para cada ano escolhido
const main = async year => {
  console.log(`\nProcessando estratégia box spread no ano ${year}...\n`);

  const file = await Deno.readTextFile(`./input/COTAHIST_A${year}.TXT`);
  const rows = file.trim().split('\n').slice(1, -1).map(line =>
line.trim());
  const table = separate(rows, b3_layout);

  // Os códigos 78 e 82 se referem às opções de compra e venda,
respectivamente.
  const filtro_opcoes = new Set(['78', '82']);

  const stock_options_table = table.filter(row =>
filtro_opcoes.has(row.get('codigo_bdi')));

  console.log(`Salvando opções da B3 de ${year}...`);

  // Salva arquivo csv contendo tabela de opções (e apenas opções) em
"output/1_stock_options_b3/".
  await Deno.writeTextFile(
    `./output/1_stock_options_b3/stock_options_b3_${year}.csv`,
    'data;codigo_bdi;nome_papel;premio;volume;preco_exercicio;vencimento\n'
    + stock_options_table.map(line =>
[...line.values()].join(';')).join('\n')
  );

  console.log(`Salvo em
./output/1_stock_options_b3/stock_options_b3_${year}.csv.\n`);

  // Atualiza a base para os campos que queremos, e retiramos aqueles com
prazo === 0.
  const stock_options_formatted = stock_options_table.map(line => ({
    papel: line.get('nome_papel').substring(0, 4),
    tipo: line.get('codigo_bdi') === '78' ? 'CALL' : line.get('codigo_bdi')
=== '82' ? 'PUT' : 'ERRO',
    data: (date => (`${date.slice(0, 4)}-${date.slice(4,
6)}-${date.slice(6, 8)}`)) (line.get('data')),
    vencimento: time_difference('19981231', line.get('vencimento')),
    prazo: time_difference(line.get('data'), line.get('vencimento')),
    volume: +line.get('volume')/100,
    preco_exercicio: +line.get('preco_exercicio'),
    premio: +line.get('premio')/100
  })).filter(line => line.prazo !== 0);

  console.log(`Salvando opções da B3 de ${year} formatadas...`);

  // Salva arquivo em csv contendo os dados agora formatados.

```

```

    await Deno.writeTextFile(

`./output/2_stock_options_formatted/stock_options_formatted_${year}.csv`,
  'papel;tipo;data;vencimento;prazo;volume;preco_exercicio;premio\n'
  + stock_options_formatted.map(line =>
Object.values(line).join(';')).join('\n')
  );

  console.log(`Salvo em
./output/2_stock_options_formatted/stock_options_formatted_${year}.csv.\n`);

  // Agrupa as opções com base em determinada propriedade.
  const grouped_dataset = group(stock_options_formatted, ['data',
'prazo', 'papel', 'preco_exercicio', 'tipo']);

  // Realiza uma nova limpeza na base de dados, removendo opções
  // que não se enquadrem na operação de box spread
  for(const [data, prazos] of grouped_dataset) {
    for(const [prazo, papeis] of prazos) {
      for(const [papel, precos_exercicio] of papeis) {
        for(const [preco_exercicio, tipos] of precos_exercicio) {
          // Se nao tivermos uma call e uma put no mesmo preco de
exercicio, remover da base
          if(tipos.size < 2)
{precos_exercicio.delete(preco_exercicio)};
        }
        // Se não tivermos ao menos 2 preços de exercício distintos, não
é possível
        // realizar a operação de box spread
        if(precos_exercicio.size < 2) {papeis.delete(papel)}
        }
        if(papeis.size === 0) {prazos.delete(prazo)}
      }
    }
    if(prazos.size === 0) {grouped_dataset.delete(data)}
  }

  console.log(`Salvando base limpa de ${year}...`);

  // Salva a base limpa (sem opções que não permitam a operação de box
spread)
  await Deno.writeTextFile(
`./output/3_stock_options_cleaned/stock_options_cleaned_${year}.csv`,
  'papel;tipo;data;vencimento;prazo;volume;preco_exercicio;premio\n'
  + ungroup(grouped_dataset, 5).map(line =>
Object.values(line).join(';')).join('\n')
  );

  console.log(`Salvo em
./output/3_stock_options_cleaned/stock_options_cleaned_${year}.csv.\n`);

  // Realiza a combinação das opções no formato do box spread
  for(const [data, prazos] of grouped_dataset) {
    for(const [prazo, papeis] of prazos) {
      for(const [papel, precos_exercicio] of papeis) {
        // Para cada preço de exercício, realiza todas as
// Combinações entre calls e puts
        for(const [preco_exercicio, tipos] of precos_exercicio) {
          const calls = tipos.get('CALL');

```

```

const puts = tipos.get('PUT');

const combos = [];

for(const call of calls) {
  for(const put of puts) {
    combos.push({
      papel,
      data,
      prazo,
      volume: Math.min(call.volume, put.volume),
      preco_exercicio,
      premio_call: call.premio,
      premio_put: put.premio,
    });
  }
}
precos_exercicio.set(preco_exercicio, combos);
}

// Para cada papel, realiza a combinação entre preços de
exercício
const lista_exercicios = [...precos_exercicio.values()];
const box_spread = combine(lista_exercicios, (exercico_A,
exercico_B) => ({
  papel,
  data,
  prazo,
  volume: Math.min(exercico_A.volume, exercico_B.volume),
  exercico_A: exercico_A.preco_exercicio,
  exercico_B: exercico_B.preco_exercicio,
  premio_call_A: exercico_A.premio_call,
  premio_put_A: exercico_A.premio_put,
  premio_call_B: exercico_B.premio_call,
  premio_put_B: exercico_B.premio_put
})));

papeis.set(papel, box_spread);
}
}

// Transforma o hashmap composto em uma tabela
const box_spread_table = ungroup(grouped_dataset, 2).flat();

// Calculam-se os valores presentes e futuros da operação.
const spread_table = box_spread_table.map(box_spread => {
// Destructuring para obter os dados importantes
const {
  data, prazo, papel, volume, exercico_A, exercico_B,
  premio_call_A, premio_call_B, premio_put_A, premio_put_B
} = box_spread;

// Taxas de negociação, liquidação e registro.
const taxas_b3 = 0.0370/100 + 0.0275/100 + 0.0695/100;
// Taxa cobrada pela corretora ao exercer.
const taxa_exercicio = 0.5/100;

```

```

    // Calcula as tafiras do prêmio (valor presente) e de exercício no
    vencimento (valor futuro).
    const tarifa_vencimento = taxa_exercicio * (+exercicio_A +
+exercicio_B);
    const tarifa_premio = taxas_b3 * (+premio_call_A + +premio_put_A +
+premio_call_B + +premio_put_B);

    // Corrige a operação em caso do preço de exercício A ser menor que o
    preço B.
    const fator_corretivo = +exercicio_A > +exercicio_B ? 1 : -1;

    // Valor a pagar no vencimento, decorrente dos preços de exercício.
    const valor_futuro = tarifa_vencimento + fator_corretivo *
(+exercicio_A - +exercicio_B);
    // Valor a receber a vista, decorrente do saldo dos prêmios.
    const valor_presente = tarifa_premio - fator_corretivo *
(+premio_call_A - +premio_put_A - +premio_call_B + +premio_put_B)
    return {
        ano: +data.split('-')[0],
        mes: +data.split('-')[1],
        dia: +data.split('-')[2],
        prazo: +prazo,
        papel: papel,
        volume: +volume,
        tarifa_vencimento: +tarifa_vencimento.toFixed(2),
        tarifa_premio: +tarifa_premio.toFixed(2),
        valor_presente: +valor_presente.toFixed(2),
        valor_futuro: +valor_futuro.toFixed(2)
    }
});
console.log(`Salvando tabela de operações box spread de ${year}...`);
// Salva a tabela de valores presentes e futuros, passível de utilizar
para taxa de juros interna
await Deno.writeTextFile(
    `./output/4_box_spread/box_spread_${year}.csv`,

'ano;mes;dia;prazo;papel;volume;tarifa_vencimento;tarifa_premio;valor_present
e;valor_futuro\n'
    + spread_table.map(line => Object.values(line).join(';')).join('\n')
);

    console.log(`Salvo em
./output/4_box_spread/box_spread_${year}.csv.\n`);
}
// Também é possível usar uma array
const years = range(1999, 2021);
// Para cada ano, agregar a operação de box spread
for(const year of years) {
    await main(year);
}

console.log(`\nBase de dados finalizada!`);
console.log(`A lista com as operações de box spread estão disponíveis em
'./output/4_box_spread/'.\n`);

```

## Apêndice D - Funções auxiliares

```
// Carrega arquivos em CSV, retornando um hashmap (objeto).
export const load_csv = async (path, column_separator = ';', line_separator =
'\n') => {
  const file = await Deno.readTextFile(path);
  const [header, ...table] = file.trim().split(line_separator)
    .map(row => row.trim().split(column_separator).map(cell =>
cell.trim()));

  const output = table.map(row => {
    const object = {};
    for(const [key, value] of row.entries()) {
      object[header[key]] = value;
    }
    return object;
  })

  return output;
}

// Retorna uma array com n elementos, começando em **start** e terminando em
**end**.
export const range = (start, end) => Array(end - start + 1).fill().map((_, i)
=> start + i);

// Função que separa elementos de uma tabela (2D array) com colunas de
tamanho fixo, retornando um hashmap.
export const separate = (rows, layout) => {
  const output = [];
  for(const row of rows) {
    const hashmap = new Map();
    for(const {name, start, end} of layout) {
      hashmap.set(name, row.split('').slice(start - 1,
end).join('').trim());
    }
    output.push(hashmap);
  }
  return output;
};

// Calcula a diferença entre duas datas no formato 'YYYYMMDD', retornando o
resultado em dias.
export const time_difference = (first, last) => {
  // Checa se ambos os parâmetros são strings e se possuem 8 caracteres
  if(typeof(first) !== 'string' || typeof(last) !== 'string') { throw new
Error('Formato inválido em time_difference(first, last). Utilizar strings
como input.')} }
  if(first.length !== 8 || last.length !== 8) { throw new Error('Tempo
inválido em time_difference(first, last). Utilizar string no formato
YYYYMMDD.')} }

  // Converte YYYYMMDD em YYYY-MM-DD usando uma IIFE.
  first = (([a, b, c, d, e, f, g, h]) => [a + b + c + d, e + f, g +
h])(first).join('-');
```

```

    last = (([a, b, c, d, e, f, g, h]) => [a + b + c + d, e + f, g +
h]) (last).join('-');;

    // Date.parse retorna quantidade de milissegundos desde 01-01-1970.
    const day = Date.parse('1970-01-02');
    return (Date.parse(last) - Date.parse(first)) / day;
}

// Função auxiliar para geração simplificada de hashmaps compostos.
export const group = (table, property_list) => {
  // Parte recursiva, retorna a própria tabela se a lista acabar.
  if(property_list.length === 0) {
    return table;
  }

  // Se a lista não acabar, puxa o primeiro elemento.
  const [property, ...rest] = property_list;

  // Cria uma lista com todos os valores de determinada propriedade na
  tabela.
  const set = new Set();
  for(const line of table) {
    set.add(line[property]);
  }

  // Cria o hashmap que será retornado.
  const hashmap = new Map();
  for(const element of set) {
    // Filtra as entradas que possuem o mesmo valor.
    const filtered_table = table.filter(line => line[property] ===
element);
    // Recursivamente adiciona (a tabela final ou o novo hashmap) ao
    hashmap anterior.
    hashmap.set(element, group(filtered_table, rest));
  }

  // Retorna o agrupamento em um hashmap composto.
  return hashmap;
}

// Extrai os dados de um hashmap composto para um formato mais simples,
retornando até n níveis.
export const ungroup = (grouped_dataset, levels) => {
  grouped_dataset = [...grouped_dataset.values()];
  while(levels !== 0) {
    grouped_dataset = grouped_dataset.flatMap(hashmap =>
[...hashmap.values()]);
    levels--;
  }
  return grouped_dataset;
}

// Realiza combinações entre n listas, utilizando uma função de callback
export const combine = (data, callback) => {
  const output = [];

  // Divide a lista de listas em N - 1 listas
  for(let index = 1; index < data.length; index++) {

```

```

// Lista atual
const current = data[index - 1];
// Próximas listas
const rest = data.slice(index);

// Para cada lista das seguintes
for(const next of rest) {
  // Combinar os elementos X e Y segundo a callback function
  for(const x of current) {
    for(const y of next) {
      output.push(callback(x, y))
    }
  }
}

return output;
}

// Calcula os quantis de um determinado conjunto de dados
export const quantil = (array, quantis) => {

  const output = {};
  const data = array.sort((x, y) => x[0] - y[0]);
  const total = data.reduce((acc, [, weight]) => acc + +weight, 0);

  for(const quantil of quantis) {
    if(quantil < 0 || quantil > 1) { throw new Error('Invalid input.')}

    let accumulator = 0;
    let weight = 0;
    let value = 0;

    const iter = data.values();
    while(accumulator/total < quantil) {
      [value, weight] = iter.next().value;
      accumulator += +weight;
    }

    output['q_' + quantil] = (+value).toFixed(2);
  }

  return output;
}

```