



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB**  
**FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, CONTABILIDADE**  
**E GESTÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS - FACE**  
**DEPARTAMENTO DE ECONOMIA - ECO**  
**CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

Eduardo Leopoldino Gonçalves

Orientador: Daniel O. Cajueiro

## **Box de 3 Pontas: Oportunidades de Ganho de Capital Superiores à SELIC.**

**BRASÍLIA-DF, Julho de 2023**

*“Box de 3 Pontas: Oportunidades  
de Ganho de Capital Superiores à  
SELIC”*

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na Faculdade  
de Economia, Administração, Contabilidade  
e Gestão de Políticas Públicas da UnB como requisito para a  
conclusão do Curso de Ciências Econômicas.**

**Orientador: Daniel O. Cajueiro**

## **AGRADECIMENTOS:**

Aos meus queridos pais, Eliane e Sandro, pelo amor incondicional, incentivo e carinho.

Ao meu irmão, Leonardo, e demais familiares, Bruninho, Cláudio, Cristina, Laurinha, Magna e Thomas, pelos momentos de alegria e apoio constante.

Aos meus avôs, pelas ternas lembranças.

Aos meus amigos, pelo companheirismo.

A todos os professores da Unb, pelos valiosos ensinamentos.

Ao professor Daniel Cajueiro, pela orientação.

**RESUMO:**

Este estudo busca examinar, baseado em dados de alta frequência, a atratividade financeira de uma operação estruturada com opções denominada Box de 3 Pontas. Revisa-se conceitos básicos de operações estruturadas com opções para, então, elucidar as especificidades da estratégia e estabelecer critérios capazes de identificar prováveis aplicações do Box de 3 Pontas no mercado brasileiro. A partir disso, analisa-se a distribuição dos ganhos de capital com essa estratégia comparativamente ao CDI e investiga-se detalhadamente os conjuntos de negociações com maior rentabilidade verificada.

**Palavras – chave:** Box de 3 Pontas, mercado brasileiro, alta frequência, operações estruturadas, opções, ganhos de capital.

**ABSTRACT:**

This study seeks to examine, based on high-frequency data, the financial attractiveness of a structured operation with options called Box Spread. It reviews basic concepts of structured operations with options to elucidate the specificities of the strategy and establish criteria capable of identifying probable applications of the Box Spread in the Brazilian market. From this, the distribution of capital gains with this strategy is analyzed compared to the CDI and the sets of negotiations with the highest profitability verified are investigated in detail.

**Keywords:** Box Spread, Brazilian market, high frequency, structured operations, options, capital gains.

## SUMÁRIO:

<b>Lista de Figuras.....</b>	<b>07</b>
<b>Lista de Tabelas .....</b>	<b>08</b>
<b>1. Introdução .....</b>	<b>09</b>
<b>2. Revisão de Literatura .....</b>	<b>10</b>
2.1 Opções e Operações Estruturadas.....	10
2.1.1 Opções .....	10
2.1.1 Operações Estruturadas .....	12
2.2 Box de 3 Pontas .....	13
2.3 Liquidação de um Box.....	14
2.4 Spread e Book de Ofertas .....	14
2.5 Proventos no Box de 3 Pontas .....	16
<b>3. Metodologia .....</b>	<b>18</b>
3.1 Dados .....	18
3.2 Determinantes do Box de 3 Pontas.....	18
3.3 Proventos – Caso Concreto .....	19
<b>4. Resultados.....</b>	<b>22</b>
4.1 Estatísticas Descritivas (Strike 23,43).....	22
4.2 Detalhamento Micro (Strike 23,43).....	25
4.3 Estatísticas Descritivas (Strike 25,43).....	29
4.4 Detalhamento Micro (Strike 25,43).....	31
<b>5. Conclusão.....</b>	<b>35</b>
<b>Referências.....</b>	<b>36</b>

**LISTA DE FIGURAS:**

Figura 1.....	10
Figura 2.....	11
Figura 3.....	11
Figura 4.....	12
Figura 5.....	12
Figura 6.....	13
Figura 7.....	22
Figura 8.....	23
Figura 9.....	23
Figura 10.....	24
Figura 11.....	29
Figura 12.....	29
Figura 13.....	30
Figura 14.....	30

**LISTA DE TABELAS:**

Tabela 1 .....	15
Tabela 2 .....	16
Tabela 3 .....	19
Tabela 4 .....	24
Tabela 5 .....	25
Tabela 6 .....	26
Tabela 7 .....	27
Tabela 8 .....	31
Tabela 9 .....	31
Tabela 10 .....	32
Tabela 11 .....	33

# 1 Introdução

O avanço tecnológico e dos sistemas computacionais das últimas décadas beneficiou o mercado de capitais, aprimorando a eficiência nas transações, liquidações e custódia de ativos. Esse avanço trouxe mais liquidez para grande parte dos instrumentos negociados em bolsa. Porém, com um maior volume de negociações e um spread menor entre compradores e vendedores, oportunidades de arbitragem se tornaram mais escassas. Além disso, a enorme velocidade com que negócios ocorrem na Bolsa e o Trading de Alta Frequência fazem com que essas oportunidades sejam aproveitadas em poucos segundos e deixem de existir.

Existem diferentes formas de arbitragem e grande parte dos ativos negociados em bolsa carrega consigo a possibilidade teórica de ganhos sem risco com alguma operação. O mercado de opções proporciona diversas dessas oportunidades com operações estruturadas de renda fixa. Essas operações podem ser feitas com diferentes combinações de compra ou venda de derivativos e ações. No contexto financeiro, entende-se uma operação estruturada como uma estratégia que consiste na combinação de dois ou mais ativos. Um conhecido exemplo de operação estruturada é o Box de 3 pontas, considerado uma estrutura de renda fixa, pois, apesar de ser composto por ativos de renda variável, a combinação desses investimentos garante um retorno fixo e previamente conhecido pelo investidor no momento de montagem.

Este trabalho busca aperfeiçoar as pesquisas anteriores no que tange as especificidades operacionais no Box de 3 Pontas, tais como distribuição de proventos, tempo de liquidação e possíveis Spreads na montagem da estrutura para, então, verificar a atratividade econômica e a recorrência de oportunidades de ganhos de capital com essa estratégia. O desenvolvimento desta monografia difere do de outros trabalhos sobre o assunto, pois se dirige ao player arbitrador (o concessor de crédito) e analisa a atratividade econômica pelo seu ponto de vista. Há vasta literatura sobre a viabilidade de uma operação semelhante chamada Box de 4 Pontas. No entanto, ali, o foco é dado à ponta contrária (o tomador de crédito) e os estudos se desenvolvem sob esse ângulo, concluindo, em grande parte das vezes, que se trata de uma operação de crédito barato para empresas e uma boa alternativa aos créditos bancários.

A seção 2 deste trabalho detalha a racionalidade do Box de 3 Pontas e as especificidades da operação, além de revisar estruturas mais simples com opções. A seção 3 foi dedicada à importação, tratamento de dados e descrição dos critérios metodológicos adotados na monografia. As seções 4 e 5 dedicam-se aos Resultados e Conclusão, respectivamente.

## 2 Revisão da Literatura

### 2.1 Opções e Operações Estruturadas

#### 2.1.1 Opções

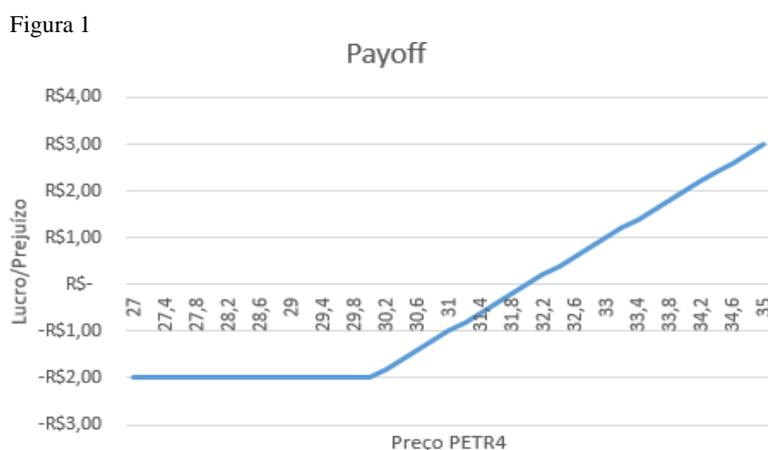
Opções são ativos financeiros derivados de um ativo principal (ativo-base) [Hull, John C, "Opções, Futuros e Outros Derivativos", Bookman, 2016.]. Neste trabalho, o ativo-base será sempre uma ação negociada na <sup>1</sup>B3, embora existam opções dos mais diversos ativos e mercadorias, como moedas, commodities e <sup>2</sup>índices. Ao firmarem um contrato de opções, os negociantes concordam em conceder ao comprador da opção o direito de comprar ou vender o ativo-base por certo preço em determinada data futura (esta é a data de vencimento da opção). O preço pelo qual o comprador da opção poderá comprar ou vender o ativo-base na data de vencimento é denominado Strike. Existem dois tipos de opções:

- Opções de Compra (Call)

O comprador de uma Call (opção de compra) possui o direito de adquirir a ação pelo preço acertado (Strike) na data de vencimento, independentemente de qual seja o preço da ação nesta data [TOLEDO FILHO, Jorge Ribeiro de; Castro Neto, José Luís de; Kassai, José Roberto. Box de 4 pontas: uma alternativa de uso de derivativos como custo de capital para as empresas, 2005.].

Suponha-se que uma Call de Petrobras (PETR4), com Strike a R\$ 30,00, e vencimento em um mês, esteja sendo negociada a R\$ 2,00. O comprador da opção não irá exercer seu direito de compra se, na data de vencimento, a PETR4 estiver sendo negociada por menos de R\$ 30,00, pois ele pode comprar o ativo por um preço menor no mercado. Neste caso, o comprador da opção arca com um prejuízo de R\$ 2,00, equivalente ao preço que ele pagou na Call (perda de 100% do capital investido).

Porém, se na data de vencimento, a PETR4 estiver valendo R\$ 34,00, o comprador da opção irá exercer seu direito e comprará a ação por R\$ 30,00. Em seguida, ele poderá vender PETR4 a R\$ 34,00, e embolsar R\$ 4,00. Levando em conta que pagou R\$ 2,00 na compra da opção, o lucro efetivo do comprador é de R\$ 2,00.

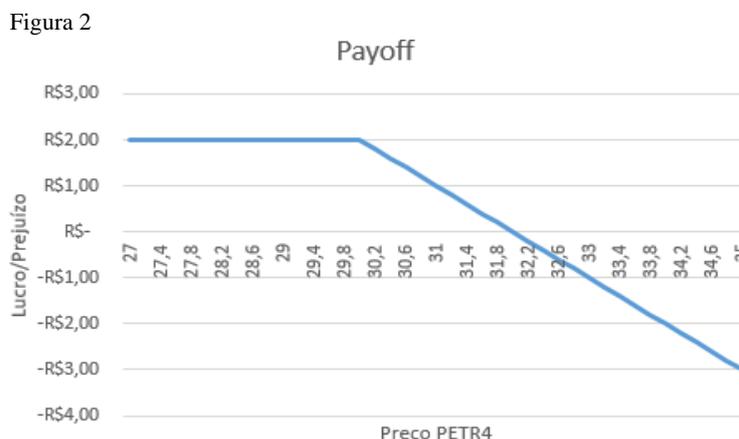


<sup>1</sup> B3 é a Bolsa de Valores de São Paulo, resultada da fusão da Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros de São Paulo (BM&FBOVESPA) com a Central de Custódia e de Liquidação Financeira de Títulos (CETIP)

<sup>2</sup> Índices são indicadores compostos por carteiras teóricas de produtos financeiros, muito utilizados para avaliar o desempenho de determinada classe de ativos.

O Break-Even desta operação ocorre caso PETR4 esteja sendo cotada a R\$ 32,00 na data do vencimento.

O inverso ocorre para o vendedor da Call. Este assume o dever de vender a ação pelo preço acertado (Strike) na data de vencimento, independentemente de qual seja o preço da ação nesta data. O valor que ele recebe para isso é o preço da opção, chamado de prêmio[OLIVEIRA LEITE, Arthur W. Análise da Eficiência do Mercado de Ações Brasileiro em Alta Frequência., 2020.].



- Opções de Venda (Put)

O comprador de uma Put (opção de venda) possui o direito de vender a ação pelo preço acertado (Strike) na data de vencimento, independentemente de qual seja o preço da ação nesta data [TOLEDO FILHO, Jorge Ribeiro de; Castro Neto, José Luís de; Kassai, José Roberto. Box de 4 pontas: uma alternativa de uso de derivativos como custo de capital para as empresas, 2005.].

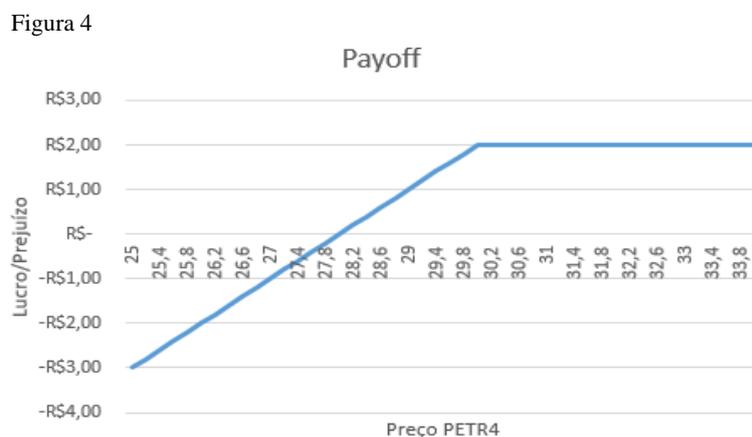
Suponha-se que uma Put de Petrobras (PETR4) com Strike a R\$ 30,00 e vencimento em um mês esteja sendo negociada a R\$ 2,00. O comprador da opção não irá exercer seu direito de venda se, na data do vencimento, PETR4 estiver sendo negociada por mais de R\$ 30,00, pois ele pode vender o ativo por um preço maior no mercado. Neste caso, o comprador da opção arca com um prejuízo de R\$ 2,00, o preço que ele pagou na Put (perda de 100% do capital investido).

Contudo, se na data do vencimento, PETR4 estiver valendo R\$ 26,00, o comprador da opção irá exercer seu direito e venderá a ação por R\$ 30,00. Em seguida, ele poderá recomprar PETR4 a R\$ 26,00. Levando em conta que ele gastou R\$ 2,00 na compra da opção, seu lucro efetivo é de R\$ 2,00.



O Break-Even desta operação ocorre caso PETR4 esteja sendo cotada a R\$ 28,00 na data do vencimento.

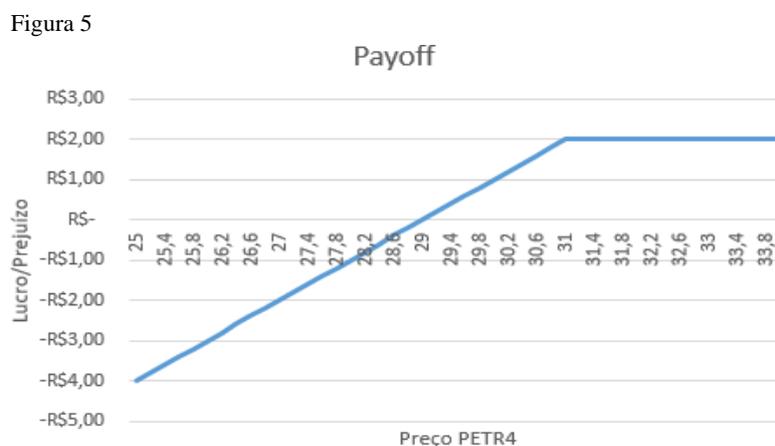
O inverso ocorre para o vendedor da Put. Este assume o dever de comprar a ação pelo preço acertado (Strike) na data de vencimento, independentemente de qual seja o preço da ação nesta data [OLIVEIRA LEITE, Arthur W. Análise da Eficiência do Mercado de Ações Brasileiro em Alta Frequência., 2020.].



## 2.1.2 Operações Estruturadas

As operações estruturadas são formadas pelo conjunto de estratégias que podem envolver a compra ou venda do ativo-base, assim como a compra ou venda de opções deste ativo. Um exemplo comum de uma estrutura com opções é a chamada “Venda Coberta”, na qual o investidor compra a ação e vende uma Call, assumindo, portanto, o dever de vender a ação caso o preço do ativo supere o Strike da opção, na data do vencimento.

Suponha-se que a PETR4 esteja sendo cotada a R\$ 30,00, a Call de Strike a R\$ 31,00 e que o vencimento em um mês esteja custando R\$ 1,00. Se na data do vencimento, o preço de PETR4 estiver acima de R\$ 31,00, o lucro da operação será igual a R\$ 2,00 (R\$ 1,00 de valorização do ativo + R\$ 1,00 de prêmio da Call). Este é o lucro máximo da estrutura.



Outra estrutura comum é o chamado “Hedge com Put”, na qual o investidor compra a

ação e compra uma Put, adquirindo, portanto, o direito de vender a ação caso o preço do Strike da opção supere o preço do ativo, na data do vencimento.

Suponha-se que PETR4 esteja sendo cotada a R\$ 30,00, a Put de Strike a R\$ 29,00 e que o vencimento em um mês esteja custando R\$ 1,00. Se, na data de vencimento, o o preço de PETR4 estiver abaixo de R\$ 29,00, o prejuízo da operação será igual a R\$ 2,00 (-R\$ 1,00 de desvalorização do ativo + -R\$ 1,00 de custo da Put). Este é o prejuízo máximo da estrutura.

Figura 6



## 2.2 Box de 3 Pontas

O Box de 3 pontas é uma estrutura constituída pela compra da ação, a venda de uma Call e a compra de uma Put de mesmo Strike. Dessa forma, caso o preço da ação esteja abaixo do Strike no dia do vencimento, o investidor exercerá seu direito de vender o ativo pelo preço acordado. Caso o preço da ação esteja superior ao Strike, o investidor terá o dever de vender o ativo pelo mesmo preço acordado. Logo, o investidor sabe que receberá o valor do Strike no dia do vencimento, independentemente do cenário. O custo de montagem desta operação é igual ao Preço da Ação + Preço da Put – Preço da Call.

O retorno bruto de um Box de 3 pontas pode ser expresso pela expressão:

$$R = \frac{S}{(P_a - c + p)} - 1$$

onde:

$P_a$  = Preço da ação;

$S$  = Strike;

$c$  = Preço da Call;

$p$  = Preço da Put;

$R$  = Retorno bruto da operação;

## 2.3 Liquidação de um Box

A liquidação de uma compra ou venda de opções ocorre no dia útil subsequente ao dia da negociação. Já a liquidação de uma compra ou venda de ações ocorre apenas dois dias úteis após a data de negociação. No contexto de um Box de 3 Pontas, isso significa que, se o preço negociado da call vendida tiver sido superior ao da put comprada, a diferença será creditada na corretora no dia útil seguinte à data de montagem. Analogamente, se o preço negociado da call vendida tiver sido inferior ao da put comprada, a diferença será debitada na corretora no primeiro dia útil após à data de montagem. Já o débito referente à compra da ação ocorre somente dois dias úteis após a montagem. A liquidação do exercício de opções ocorre também no dia útil subsequente à data de exercício.

Em resumo, o capital total reservado para a alocação em um Box de 3 Pontas só será empregado dois dias úteis após a montagem da estrutura, porém, o ganho obtido na operação somado ao valor principal já estará disponível para o investidor um dia após a data de exercício. Essa particularidade na liquidação das diferentes classes de ativos subtrai um dia útil do tempo em que o capital fica imobilizado, ou seja, se um investidor se posicionar em um Box de 3 pontas faltando dez dias úteis até o vencimento, o capital ficará imobilizado por somente nove dias úteis. Logo, para efetuar conversões da taxa de rentabilidade para diferentes intervalos de tempo é preciso se atentar a esse fenômeno. Dessa forma, pode-se anualizar o retorno bruto de um Box de 3 pontas e obter a seguinte expressão:

$$R_a = \left( \frac{S}{(P_a - c + p)} \right)^{\frac{252}{du-1}} - 1$$

onde:

$du$  = Dias úteis até o vencimento;

$R_a$  = Retorno bruto da operação anualizado;

## 2.4 Spread e Book de Ofertas

Spread é um termo utilizado em finanças para definir a diferença entre o preço de compra e venda de um ativo financeiro. O preço de compra de um ativo é igual à sua melhor oferta de venda. Esse valor é denominado Ask. Já o preço de venda de um ativo é igual à sua melhor oferta de compra. Esse valor é denominado Bid. O Spread, portanto, é igual à diferença entre Ask e Bid. É correto afirmar que quanto maior a liquidez (volume financeiro negociado e número de players negociando o ativo) menor tende a ser a diferença entre o Ask e o Bid e, portanto, mais eficiente o mercado.

No mercado de ações e opções, as ofertas de compra e venda de um ativo são organizadas em uma estrutura chamada de Book de Ofertas. Essa maneira de dispor informações consiste em separar as ofertas de compra e venda em duas diferentes tabelas que podem ser dispostas tanto horizontalmente quanto verticalmente. Em cada um desses quadrantes existem três colunas nas quais estarão especificadas:

- Corretora
- Quantidade
- Preço

As ofertas são arranjadas de forma decrescente, conforme o preço, para facilitar a visualização.

A tabela abaixo retrata um Book de Ofertas com valores ilustrativos, escolhidos meramente por didaticidade. Neste exemplo, a melhor oferta de venda foi lançada pela corretora Órama pelo preço de R\$ 25,21, logo Ask é igual a R\$ 25,21. Já a melhor oferta de compra foi lançada pela corretora UBS pelo preço de R\$ 25,20, logo Bid é igual a R\$ 25,20. O Spread, portanto, é de R\$ 0,01. Esse é o menor Spread possível no mercado aberto de ações e opções, pois equivale à menor unidade centesimal apta para negociação, ou seja, não é possível negociar uma ação por um preço com três ou mais casas decimais. O Spread de PETR4, ativo-base que será examinado neste estudo, se mantém em um centavo por grande parte do pregão devido à alta liquidez característica da ação.

Tabela 1

<b>Corretora</b>	<b>Venda</b>	<b>Preço</b>
<b>UBS</b>	<b>500</b>	<b>25,25</b>
<b>XP</b>	<b>200</b>	<b>25,24</b>
<b>BTG</b>	<b>700</b>	<b>25,23</b>
<b>Guide</b>	<b>300</b>	<b>25,22</b>
<b>Órama</b>	<b>100</b>	<b>25,21</b>

<b>Corretora</b>	<b>Compra</b>	<b>Preço</b>
<b>UBS</b>	<b>200</b>	<b>25,20</b>
<b>XP</b>	<b>400</b>	<b>25,19</b>
<b>BTG</b>	<b>700</b>	<b>25,18</b>
<b>Guide</b>	<b>300</b>	<b>25,17</b>
<b>Órama</b>	<b>100</b>	<b>25,16</b>

O Book de Ofertas é composto por Ordens-Limite. Isso significa que os players que apreçoaram essas ordens definiram um preço máximo ou mínimo pelo qual estão dispostos a negociar o ativo. Para que ocorram negócios, porém, é necessário que um ou mais agentes de mercado enviem Ordens Agressoras, ou seja, ordens que ingressam no mercado para fechar com uma oferta existente [MAAZ, Raphael Fortes. A Atividade de Negociações Algorítmicas de Alta Frequência no Mercado Brasileiro de Dólar Futuro, 2018.]. No exemplo teórico acima, só será efetuado um negócio no momento em que algum player envie uma ordem de compra pelo preço de R\$ 25,21 ou uma ordem de venda pelo preço de R\$ 25,20. Ambas são ordens agressoras por definição, pois ingressariam no mercado para fechar com ordens já existentes. A fórmula que calcula o retorno bruto de um Box de 3 pontas pode ser melhor expressa incorporando estes conceitos. Levando em consideração que um player irá precisar enviar ordens agressoras para executar a montagem da estrutura no menor tempo possível, pode-se substituir o termo  $Pa$  = Preço da ação pelo termo  $Pa(Ask) = Ask$  da ação; o termo  $p$  = Preço da Put pelo termo  $p(Ask) = Ask$  da Put e termo  $c$  = Preço da Call pelo termo  $c(Bid) = Bid$  da Call:

$$R = \frac{S}{(Pa(Ask) - c(Bid) + p(Ask))} - 1$$

## 2.5 Proventos no Box de 3 Pontas

A distribuição de proventos aos acionistas por parte das empresas listadas em bolsa é uma prática comum e recorrente no mercado de capitais. As empresas anunciam publicamente os valores que serão pagos por ação e todos os investidores que possuírem ações da companhia em uma data determinada adquirem o direito de receber os proventos. Esta data é definida como data-com. Já o dia útil que sucede a data-com é denominado de data-ex. Isso significa que os investidores que comprarem um ativo na data-ex ou em data posterior não irão receber os proventos anunciados pela empresa. Essa dinâmica de distribuição de lucros entre os acionistas incorre em um fenômeno no mercado acionário que consiste na ideia de que se deve descontar o valor líquido dos proventos provisionados do preço de um ativo na data-ex. Isto é, em um cenário em que não ocorra valorização ou desvalorização da ação de um dia para o outro, o preço de um ativo na data-ex deve ser igual ao preço deste ativo na data-com subtraído do valor dos proventos anunciados por ação. Numericamente, se o preço de determinado ativo na data-com é de R\$ 20,00 e a companhia anunciou distribuição de dividendos no valor de R\$ 1,00 por ação, o preço deste ativo na data-ex será de R\$ 19,00. Qualquer flutuação positiva ou negativa sobre o preço de R\$ 19,00 na data-ex é atribuído à rentabilidade do ativo nessa data específica, característica natural de um mercado volátil como o de ações. Caso contrário, um investidor poderia comprar o ativo na data-com para adquirir o direito de recebimento de dividendos no valor de R\$ 1,00 por ação e vender o ativo na data-ex pelo mesmo preço de compra, lucrando R\$ 1,00 por ação devido a uma informação já conhecida anteriormente por todo mercado.

O mercado de opções também é afetado pela distribuição de dividendos ou pagamento de Juros sobre Capital Próprio das Companhias. Os valores dos Strikes das opções de um ativo reduzem de maneira perfeitamente proporcional ao valor líquido pago de proventos por ação. Isso ocorre pela mesma razão pela qual se desconta o valor pago de proventos por ação do preço do ativo na data-ex, explicado anteriormente. Caso contrário, um investidor poderia comprar uma Put na data-com e lucrar com a queda já esperada do preço do ativo na data-ex. Precisamente, conforme os termos do Manual de Procedimentos Operacionais da Câmara B3, item 7.9.1 (Tratamento de eventos corporativos para opções sobre ativos do mercado a vista) subitem 1 (Eventos corporativos em recursos financeiros), eventos corporativos em recursos financeiros, tais como Juros sobre capital próprio e Dividendos, alteram o preço de exercício, segundo a seguinte fórmula:

$$PE_{Aj} = PE - EV$$

onde:

$PE_{Aj}$  = preço de exercício ajustado, expresso em reais, arredondado na segunda casa decimal;

$PE$  = preço de exercício original; e

$EV$  = valor líquido do evento corporativo, calculado conforme o evento corporativo a seguir:

Tabela 2

<b>Evento Corporativo</b>	<b>EV</b>	<b>Variáveis</b>
<b>Juros sobre capital próprio</b>	<b><math>0,85 \times Jur</math></b>	<b>Jur é o juro por ação pago pelo emissor</b>
<b>Dividendos</b>	<b>Div</b>	<b>Div é o dividendo por ação pago pelo emissor</b>

Os Strikes das opções de um Box de 3 Pontas serão reduzidos em caso de pagamento de proventos, assim como os de toda e qualquer operação estruturada. O player que montou um Box em pregão anterior à data-ex e com vencimento da estrutura posterior à data-com poderá, inclusive, incorrer em prejuízo financeiro no consolidado das negociações, caso não compute o recebimento dos proventos no cálculo.

Suponha-se, por exemplo, que um investidor tenha montado um Box de 3 Pontas no pregão do dia 11/05/2023 com vencimento para o dia 16/06/2023. Os preços negociados na ação, put e call foram de R\$ 25,00, R\$ 1,00 e R\$ 1,00, respectivamente. Ambos os Strikes da put e da call na data de montagem eram de R\$ 25,50. A partir dessas informações pode-se calcular o retorno bruto contratado dessa operação, que é de 2%:

$$R = \frac{S}{(P_a - c + p)} - 1$$

$$R = \frac{25,5}{(25 - 1 + 1)} - 1$$

$$R = 0,02$$

Suponha-se que a empresa anuncie o pagamento de dividendos no valor de R\$ 0,50 por ação, para todos os investidores que possuem ações da companhia até o dia 12/06/2023 (data-com). Dessa forma, os Strikes da put e da call reduzem R\$ 0,50 e o retorno bruto contratado da operação passa de 2% para 0%. Apesar disso, o investidor ganha o direito de receber dividendos no valor de R\$ 0,50 por ação. Em resumo, o investidor receberá um retorno de 2% líquido sobre o capital investido, em oposição aos 2% brutos contratados anteriormente. Isso ocorre sempre que o valor distribuído em dividendos excede o retorno bruto contratado no Box.

Caso o valor distribuído em dividendos seja inferior ao retorno bruto contratado na operação, os ganhos do investidor não estão integralmente isentos de impostos, tão somente a parcela do lucro financeiro provinda do pagamento de dividendos. Os ganhos de capital advindos estritamente da operação de Box são tributados como uma operação de renda fixa, em conformidade com § 5º do artigo Art. 1º da Lei nº 11.033, de 21 de dezembro de 2004:

I - 22,5% (vinte e dois inteiros e cinco décimos por cento), em aplicações com prazo de até 180 (cento e oitenta) dias;

II - 20% (vinte por cento), em aplicações com prazo de 181 (cento e oitenta e um) dias até 360 (trezentos e sessenta) dias;

III - 17,5% (dezessete inteiros e cinco décimos por cento), em aplicações com prazo de 361 (trezentos e sessenta e um) dias até 720 (setecentos e vinte) dias;

IV - 15% (quinze por cento), em aplicações com prazo acima de 720 (setecentos e vinte) dias.

## 3 Metodologia

### 3.1 Dados

O processo de montagem do Box de 3 Pontas envolve três operações: a compra do ativo adjacente, a venda da Call e a compra da Put de mesmo Strike. O mercado de ações e opções é muito volátil, de forma que os preços podem variar substancialmente em um curto período de tempo. O player que pretende se posicionar nessa estrutura e não deseja assumir risco deve, portanto, executar as três operações no menor intervalo de tempo possível. Caso contrário, a demora operacional incorre em risco, pois ao executar apenas uma ou duas etapas da estrutura, o agente fica exposto às variações de preço até que negocie as três pontas necessárias para usufruir do hedge que a estrutura proporciona. Diante disso, evidencia-se que, para investigar a atuação dos players de mercado no que diz respeito à prática do Box de 3 pontas, será preciso lidar com dados de alta frequência. A base de dados utilizada neste estudo compreende todos os negócios realizados com os ativos PETR4, PETRF279, PETRR279, PETRF281 e PETRR281, entre as datas de 12/05/2023 e 16/06/2023, e contém as seguintes informações:

- Data e horário em que a negociação foi realizada com precisão em milissegundos;
- Corretora compradora e vendedora;
- Preço executado;
- Quantidade negociada;
- Agressor da ordem;

Os dados foram extraídos do software Profit-Pro da empresa Neologica, distribuidora licenciada de dados históricos da B3. O software R foi utilizado para o tratamento destes dados e elaboração de gráficos e tabelas.

### 3.2 Determinantes do Box de 3 Pontas

A análise da aplicação do Box de 3 Pontas depende da identificação de quais operações realizadas no mercado correspondem à montagem dessa estrutura. Para tal, é necessário que as negociações satisfaçam certas condições que caracterizam a operação de BOX. São estas:

- Execução de três operações em um intervalo de tempo pequeno: compra do ativo, venda da Call e compra da Put.
- A corretora que negociou cada uma das pontas da operação deve ser a mesma.
- A quantidade negociada nas duas pontas da operação que envolvem opções deve ser a mesma.

O pequeno intervalo de tempo de execução entre a primeira e a última negociação das pontas da estrutura será simbolizado por  $\epsilon$ . Precisamente, neste estudo, considerar-se-á satisfeita a condição 1 se  $\epsilon \leq 3$  segundos.

O conjunto de operações capaz de satisfazer os critérios acima será classificado como evidência fraca de montagem de Box. O cumprimento dessas condições não é suficiente

para afirmar que um player tenha se posicionado em um Box de 3 Pontas, mas é bastante para inferir que um agente de mercado certamente poderia se posicionar em um Box com os mesmos parâmetros naquele momento, caso assim o desejasse. A condição adicional para que se classifiqueos um grupamento de operações como evidência forte de montagem de Box é que a quantidade negociada em cada uma das pontas da operação deve ser a mesma, inclusive na compra do ativo-base. Nesse contexto, o único cenário no qual não haveria a montagem da estrutura seria um em que diferentes agentes de mercado realizassem as operações de maneira independente em um intervalo de tempo menor que três segundos, utilizando a mesma corretora e negociando as mesmas quantidades. Seria absurdo supor que a montagem dessa estrutura corresponde na verdade a apenas uma fração de uma outra operação estruturada que envolve mais de três pontas. Afinal, o Box se trata de uma estrutura de renda-fixa, com taxa de retorno previamente conhecida e não alteraria a relação risco-retorno de qualquer operação adicional que o agente venha a assumir. Por último, um conjunto de operações será classificado como evidência muito forte de montagem de Box quando, adicionalmente aos critérios anteriores, duas ou mais ordens forem agressoras por parte do player montando a estrutura. Ordens agressoras são aquelas enviadas a mercado para fechar com uma ordem já existente no livro de ofertas.

### 3.3 Proventos – Caso Concreto

Conforme já foi mencionado neste trabalho, a distribuição de proventos por parte de uma companhia afeta a dinâmica de rendimento de um Box de 3 Pontas. A apuração dos proventos pagos pela empresa, suas respectivas datas-com e a data de divulgação dessas informações por meio de fato relevante são parte necessária em um estudo sobre a aplicação do Box. Nesse contexto, as informações relevantes para este trabalho concernem à distribuição de proventos pela Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobrás) listada na B3 com o ticker PETR4 e PETR3, entre as datas de 12/05/2023, data inicial do estudo, e 16/06/2023, última data compreendida na análise e vencimento das Séries F e R de opções no ano de 2023. A empresa divulgou, no dia 11/05/2023, que iria distribuir o valor de R\$ 1,8936 em dividendos e juros sobre capital próprio por ação Ordinária e Preferencial com data-com em 12/06/2023. O pagamento deste recurso iria ocorrer em duas parcelas: 18/08/2023 e 20/09/2023, conforme a tabela a seguir:

Tabela 3

Data	Valor	Tipo	Data de Pagamento
12/06/2023	0,9468	Dividendo	20/09/2023
12/06/2023	0,6686	Juros sobre Capital Próprio	18/08/2023
12/06/2023	0,2782	Dividendo	18/08/2023

Com base nos dados acima e segundo o Manual de Procedimentos Operacionais da Câmara B3, item 7.9.1 (Tratamento de eventos corporativos para opções sobre ativos do mercado a vista) subitem 1 (Eventos corporativos em recursos financeiros), o preço de exercício atualizado ( $PE_{Aj}$ ) das opções de PETR4 vigente a partir de 13/06/2023 pode ser expresso pela fórmula:

$$PE_{Aj} = PE - EV$$

$$PE_{Aj} = PE - ([0,9468+0,2782]+ 0,6686 \times 0,85)$$

$$PE_{Aj} = PE - ([0,9468+0,2782]+ 0,6686 \times 0,85)$$

$$PE_{Aj} = PE - 1,79$$

Isso significa que o par de opções PETRR279 e PETRF279, anteriormente negociado com o Strike de R\$ 25,22 (PE), passaria a ser negociado, a partir de 13/06/2023 com o Strike de R\$ 23,43:

$$PE_{Aj} = 25,22 - 1,79$$

$$PE_{Aj} = 23,43$$

A rentabilidade líquida ( $R_l$ ) de uma operação de Box de 3 Pontas utilizando-se desse par de opções, após a divulgação do evento corporativo e em data igual ou anterior a 12/06/2023, pode ser expresso da seguinte forma:

$$R_l = \begin{cases} \left[ \frac{PE_{Aj}}{(P_a - c + p)} - 1 \right] \times 0,775 + \frac{EV}{(P_a - c + p)}, & \text{se } PE_{Aj} > (P_a - c + p) \\ \left[ \frac{PE_{Aj}}{(P_a - c + p)} - 1 \right] + \frac{EV}{(P_a - c + p)}, & \text{se } PE_{Aj} < (P_a - c + p) \end{cases}$$

$$R_l = \begin{cases} \left[ \frac{23,43}{(P_a - c + p)} - 1 \right] \times 0,775 + \frac{1,79}{(P_a - c + p)}, & \text{se } 23,43 > (P_a - c + p) \\ \left[ \frac{23,43}{(P_a - c + p)} - 1 \right] + \frac{1,79}{(P_a - c + p)}, & \text{se } 23,43 < (P_a - c + p) \end{cases}$$

Já os pares de opções PETRR281 e PETRF281 anteriormente negociados com o Strike de R\$ 27,22 (PE) passariam a ser negociados, a partir de 13/06/2023 com o Strike de R\$ 25,43:

$$PE_{Aj} = 27,22 - 1,79$$

$$PE_{Aj} = 25,43$$

A rentabilidade líquida ( $R_l$ ) de uma operação de Box de 3 Pontas utilizando-se desse par de opções, após a divulgação do evento corporativo e em data igual ou anterior a 12/06/2023, pode ser expresso da seguinte forma:

$$R_l = \begin{cases} \left[ \frac{25,43}{(P_a - c + p)} - 1 \right] \times 0,775 + \frac{1,79}{(P_a - c + p)}, & se \ 25,43 > (P_a - c + p) \\ \left[ \frac{25,43}{(P_a - c + p)} - 1 \right] + \frac{1,79}{(P_a - c + p)}, & se \ 25,43 < (P_a - c + p) \end{cases}$$

## 4 Resultados

### 4.1 Estatísticas Descritivas (Strike 23,43)

As estatísticas descritivas discutidas neste capítulo refletem os resultados obtidos após o tratamento e manipulação de dados demonstrados na metodologia. Cada observação da amostra consolidada corresponde a um provável negócio de Box de 3 Pontas que satisfizes os critérios estabelecidos na seção 3.2. Para cada um desses indícios de implementação do Box, foram calculadas suas respectivas taxas de rentabilidade acordadas. A partir disso, obteve-se o valor destes ganhos de capital anualizados, considerando a quantidade de dias úteis nos quais o capital haveria de permanecer imobilizado até o vencimento da estrutura, em concordância com as liquidações descritas na seção 2.3. De maneira complementar, obtiveram-se os ganhos líquidos da operação como porcentagem do CDI, dos quais também foi descontado o imposto de renda. As figuras a seguir retratam, respectivamente, a quantidade de negócios de Box realizados por pregão e por horário. Ambas as imagens referem-se às operações realizadas com o par de opções PETRF279 e PETRR279.

Figura 7

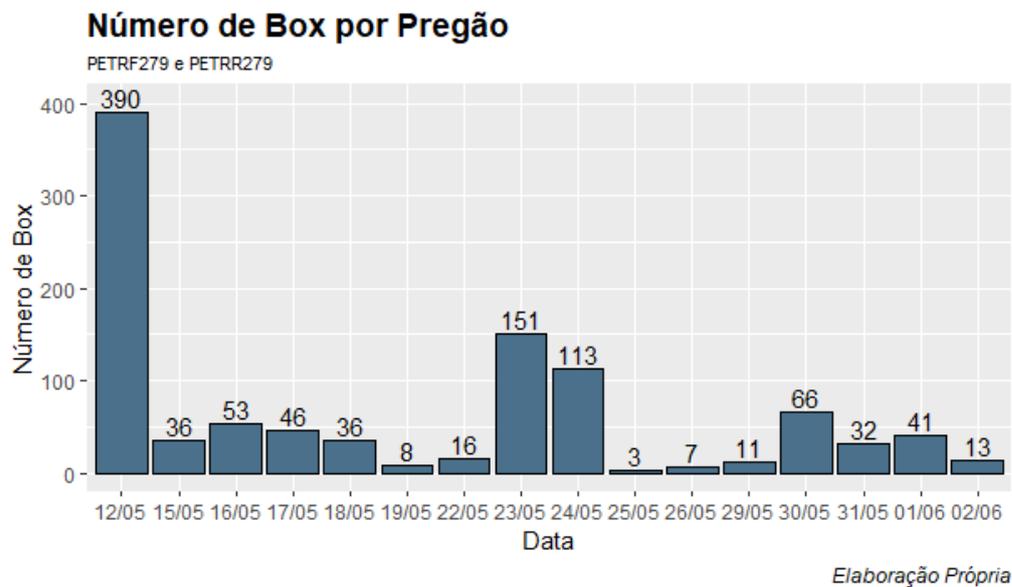
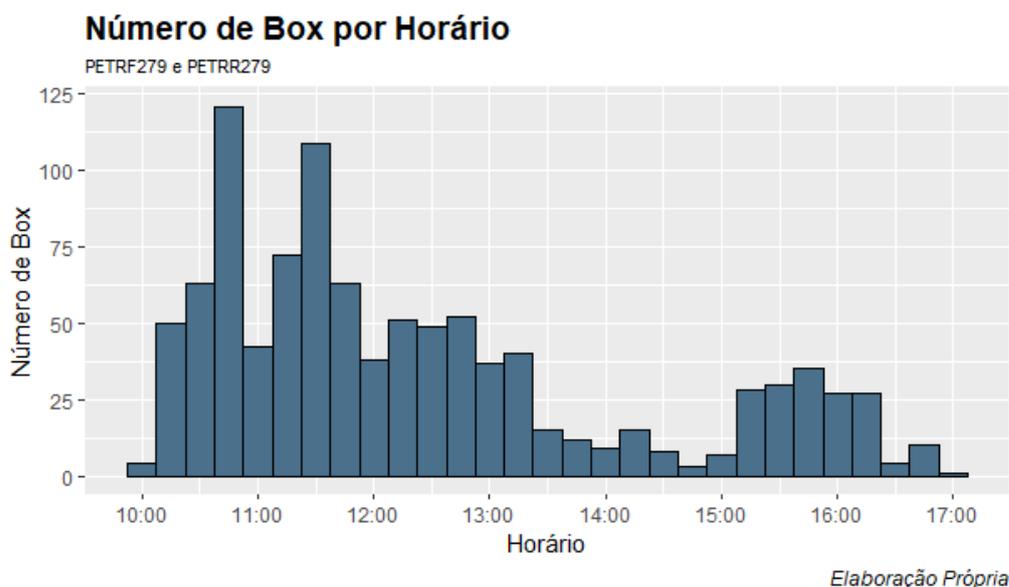


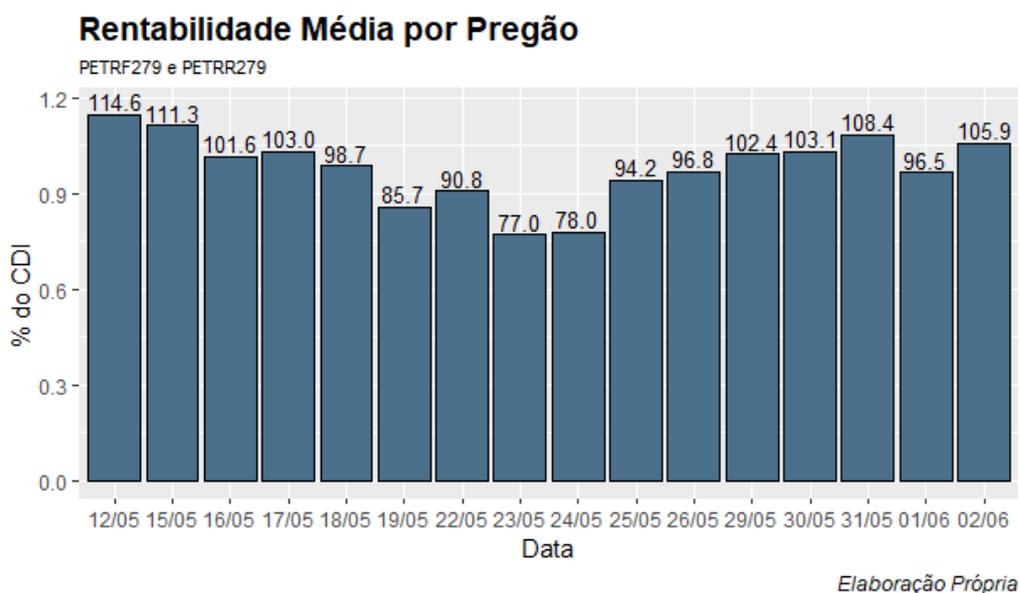
Figura 8



A figura 7 evidencia que o número de montagens de Box variou significativamente entre os pregões, concentrando grande parte do número total de negócios no dia 12 de maio. Já a figura 8 indica que a frequência de operações de Box não se manteve uniforme durante o dia, acumulando grande parte das negociações no período da manhã.

A figura abaixo contém a média das taxas acordadas por pregão, expressas como percentual do CDI e arredondadas à primeira casa decimal:

Figura 9



A figura 9 acima indica que as médias diárias dos ganhos de capital expressas como percentual do CDI foram maiores nas datas mais distantes e mais próximas do vencimento. A série atinge seu valor mínimo no dia 23 Maio, a partir da qual os ganhos médios passaram a crescer. Nota-se, também, que os ganhos médios não excederam o CDI de forma expressiva em nenhuma das datas analisadas. Isso é uma evidência de que os preços relativos entre a call, put e o ativo-base variaram de forma suficientemente

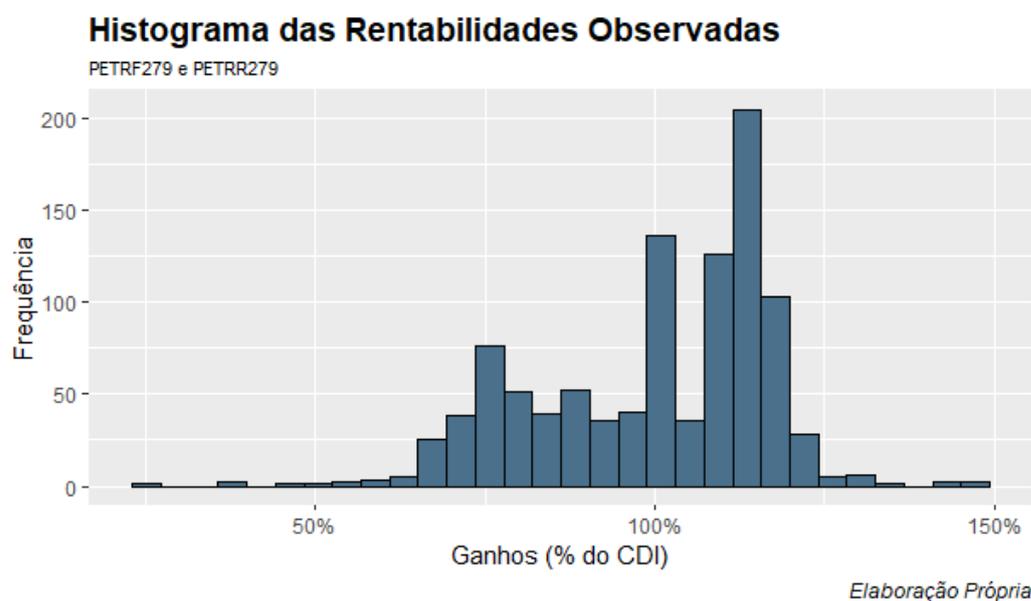
eficiente, deixando pouco espaço para ganhos com arbitragem. É preciso, porém, analisar a distribuição destes ganhos, pois é possível que rentabilidades excepcionais estejam sendo compensadas por rentabilidades muito baixas. Deve-se, portanto, verificar a uniformidade dos ganhos entre todas as negociações do período. A tabela abaixo contém as mais importantes estatísticas da distribuição amostral dos ganhos com Box de 3 Pontas:

Tabela 4

Descrição	% do CDI
Valor mínimo	25,13%
Primeiro Quartil	88,30%
Média	100,45%
Mediana	105,37%
Terceiro quartil	113,89%
Valor Máximo e	147,09%
Desvio padrão	16,90%

Os Histogramas são uma categoria de gráficos que ajudam a visualizar a recorrência dos valores que determinada variável assume em uma amostra. A figura a seguir apresenta a distribuição das rentabilidades observadas no banco de dados, expressas como porcentagem do CDI.

Figura 10



Pode-se concluir, com base nessa análise, que a média dos ganhos líquidos de capital com a operação de Box é muito próxima do CDI. Isso é esperado, afinal, se os ganhos médios dessa operação excedessem o CDI de forma significativa, um grande fluxo de capital seria desviado de outras aplicações para esta. Os preços, portanto, haveriam de voltar ao equilíbrio. Apesar disso, percebe-se uma variação expressiva nas taxas de rentabilidade acordadas, de forma que é possível verificar evidências de Box's montados com ganhos de até 147,09% do CDI.

## 4.2 Detalhamento Micro (Strike 23,43)

Serão apresentados, agora, três exemplos de indícios de negociação de Box. Cada um destes exemplos será classificado como evidência fraca, forte ou muito forte. Além disso, o cálculo da taxa de retorno será demonstrada para cada um destes casos.

Caso 1:

Tabela 5

Hora	Ativo	Compradora	Valor	Quantidade	Vendedora	Agressor
10:12:45.800	PETRF279	Planner	2,48	200	Tullett	Comprador
10:12:45.816	PETRR279	Tullett	0,09	200	Genial	Comprador
10:12:45.816	PETR4	Tullett	27,48	200	Genial	Comprador

A tabela acima retrata um conjunto de operações realizadas no dia 02 de Junho de 2023 que apontam uma alta probabilidade de um player ter se posicionado em um Box de 3 Pontas utilizando a corretora Tullett. A primeira ponta da operação a ser negociada foi a venda da Call. A ordem da corretora Tullett foi agredida nessa negociação. As ordens para o fechamento das pontas subsequentes foram agressoras por parte do player montando o Box, indicando que estas foram ativadas logo após a venda da Call. O intervalo de tempo entre as negociações foi de 16 milissegundos, ou seja, 0,016 segundo. Portanto, pode-se classificar esse caso como evidência muito forte de montagem de Box. O cálculo da rentabilidade acordada de um Box foi demonstrado na seção 3.3. Veja-se como o cálculo se aplica nesse cenário:

Primeiramente, há que se verificar a satisfação da condição abaixo, pois isso definirá a forma de tributação, influenciando o ganho líquido da operação.

$$PE_{Aj} < (P_a - c + p)$$

$$23,43 < (27,48 - 2,48 + 0,09)$$

$$23,43 < 25,09$$

A condição foi satisfeita.

Segue-se para o cálculo da taxa acordada:

$$R_l = \left[ \frac{PE_{Aj}}{(P_a - c + p)} - 1 \right] + \frac{EV}{(P_a - c + p)}$$

$$R_l = \left[ \frac{23,43}{25,09} - 1 \right] + \frac{1,79}{25,09}$$

$$R_l = -0,066161817 + 0,071343165$$

$$R_l = 0,005181347$$

O ganho líquido da operação foi de 0,5181%. A fim de expressar a rentabilidade como porcentagem do CDI, faz-se necessário calcular o CDI acumulado do período e descontar o imposto de renda de 22,5% (vinte e dois inteiros e cinco décimos por cento), haja vista que o prazo da aplicação é de até 180 (cento e oitenta) dias.

$$\%CDI = \frac{R_l}{[(1 + CDI_{diário})^{(du-1)} - 1] \times 0,775}$$

$$\%CDI = \frac{0,005181347}{[1,00050788^{(10-1)} - 1] \times 0,775}$$

$$\%CDI = \frac{0,005181347}{[1,004580217 - 1] \times 0,775}$$

$$\%CDI = \frac{0,005181347}{0,003549668}$$

$$\%CDI = 1,45967087$$

A rentabilidade acordada foi de 145,96% do CDI.

Caso 2:

Tabela 6

Hora	Ativo	Compradora	Valor	Quantidade	Vendedora	Agressor
10:05:00.079	PETRF279	Ideal	1,29	1.000	Tullett	Comprador
10:05:00.091	PETR4	Tullett	26,05	1.000	Itau	Comprador
10:05:00.093	PETRR279	Tullett	0,3	1.000	Ideal	Vendedor

A tabela acima retrata um conjunto de operações realizadas no dia 31 de maio de 2023 que aponta alta probabilidade de um player ter se posicionado em um Box de 3 Pontas, utilizando a corretora Tullett. A primeira ponta da operação negociada foi a venda da Call. A ordem da corretora Tullett foi agredida nessa negociação. As ordens enviadas pela Tullett para o fechamento das pontas subsequentes, porém, não foram todas agressoras. Somente a compra do ativo-base foi realizada mediante agressão do Book de Ofertas por parte do player montando o Box. O intervalo de tempo entre as negociações foi de 14 milissegundos, ou seja, 0,014 segundo. Portanto, pode-se classificar esse caso como evidência forte de montagem de Box. Segue abaixo o detalhamento do cálculo do ganho da operação:

$$PE_{Aj} < (P_a - c + p)$$

$$23,43 < (26,05 - 1,29 + 0,30)$$

$$23,43 < 25,06$$

A condição foi satisfeita.

Segue-se para o cálculo da taxa acordada:

$$R_l = \left[ \frac{PE_{Aj}}{(P_a - c + p)} - 1 \right] + \frac{EV}{(P_a - c + p)}$$

$$R_l = \left[ \frac{23,43}{25,06} - 1 \right] + \frac{1,79}{25,06}$$

$$R_l = -0,065043895 + 0,071428571$$

$$R_l = 0,006384677$$

$$\%CDI = \frac{R_l}{[(1 + CDI_{diário})^{(du-1)} - 1] \times 0,775}$$

$$\%CDI = \frac{0,006384677}{[1,00050788^{(12-1)} - 1] \times 0,775}$$

$$\%CDI = \frac{0,006384677}{0,004340689}$$

$$\%CDI = 1,470890321$$

A rentabilidade acordada foi de 147,09% do CDI.

Caso 3:

Tabela 7

Hora	Ativo	Compradora	Valor	Quantidade	Vendedora	Agressor
10:05:00.076	PETRF279	Ideal	1,29	1.000	Guide	Comprador
10:05:00.109	PETR4	Guide	26,05	1.000	Itau	Comprador
10:05:01.968	PETRR279	Guide	0,3	1.000	BTG	Vendedor

A tabela acima retrata um conjunto de operações realizadas no dia 31 de maio de 2023 que apontam uma alta probabilidade de um player ter se posicionado em um Box de 3 Pontas, utilizando a corretora Guide. A primeira ponta da operação negociada foi a venda da Call. A ordem da corretora Guide foi agredida nessa negociação. As ordens enviadas pela Guide para o fechamento das pontas subsequentes, porém, não foram todas agressoras. Somente a compra do ativo-base foi realizada mediante agressão do Book de Ofertas por parte da player montando o Box. O intervalo de tempo entre as negociações foi de 1.892 milissegundos, ou seja, 1,892 segundo. Portanto, pode-se classificar esse caso como evidência forte de montagem de Box. Segue abaixo o detalhamento do cálculo do ganho da operação:

$$PE_{Aj} < (P_a - c + p)$$

$$23,43 < (26,05 - 1,29 + 0,30)$$

$$23,43 < 25,06$$

A condição foi satisfeita.

Segue-se para o cálculo da taxa acordada:

$$R_l = \left[ \frac{PE_{Aj}}{(P_a - c + p)} - 1 \right] + \frac{EV}{(P_a - c + p)}$$

$$R_l = \left[ \frac{23,43}{25,06} - 1 \right] + \frac{1,79}{25,06}$$

$$R_l = -0,065043895 + 0,071428571$$

$$R_l = 0,006384677$$

$$\%CDI = \frac{R_l}{[(1 + CDI_{diário})^{(du-1)} - 1] \times 0,775}$$

$$\%CDI = \frac{0,006384677}{0,004340689}$$

$$\%CDI = 1,470890321$$

A rentabilidade acordada foi de 147,09% do CDI.

### 4.3 Estatísticas Descritivas (Strike 25,43)

Os resultados a seguir referem-se ao segundo par de opções analisado: PETRF281 e PETRR281. As figuras abaixo retratam, respectivamente, a quantidade de negócios de Box realizados por pregão e por horário.

Figura 11

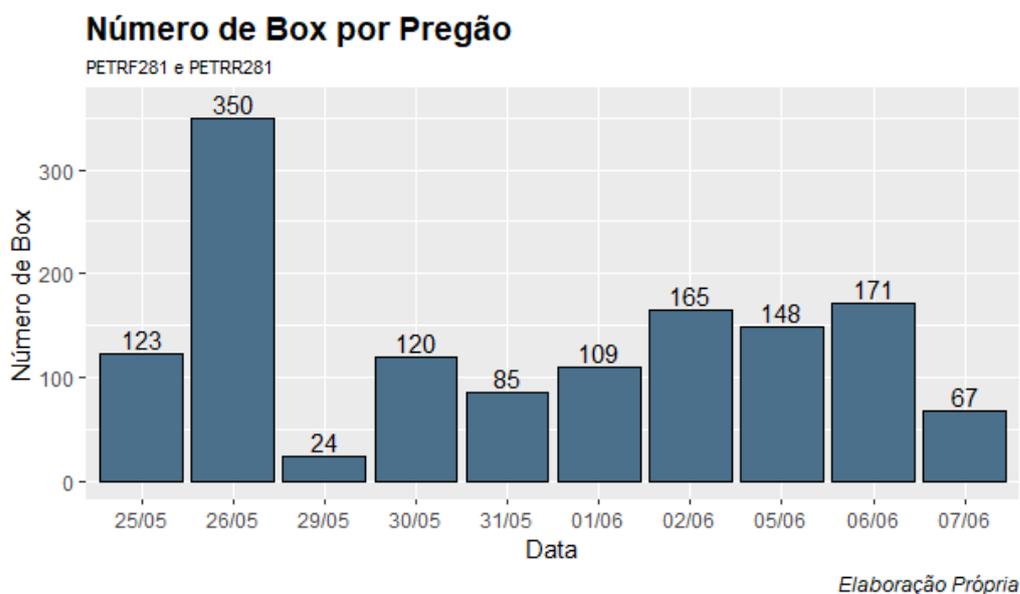
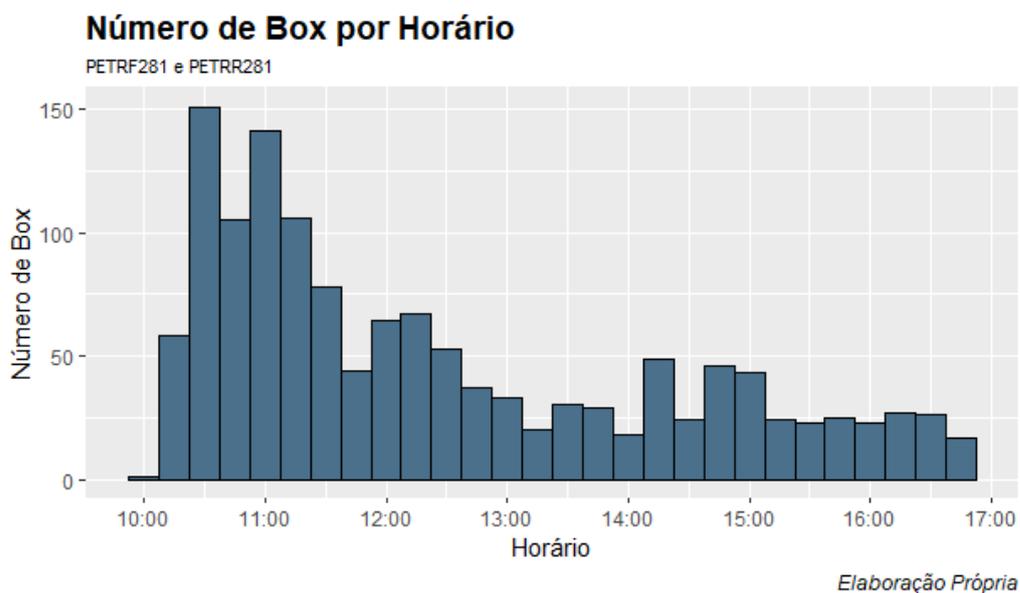


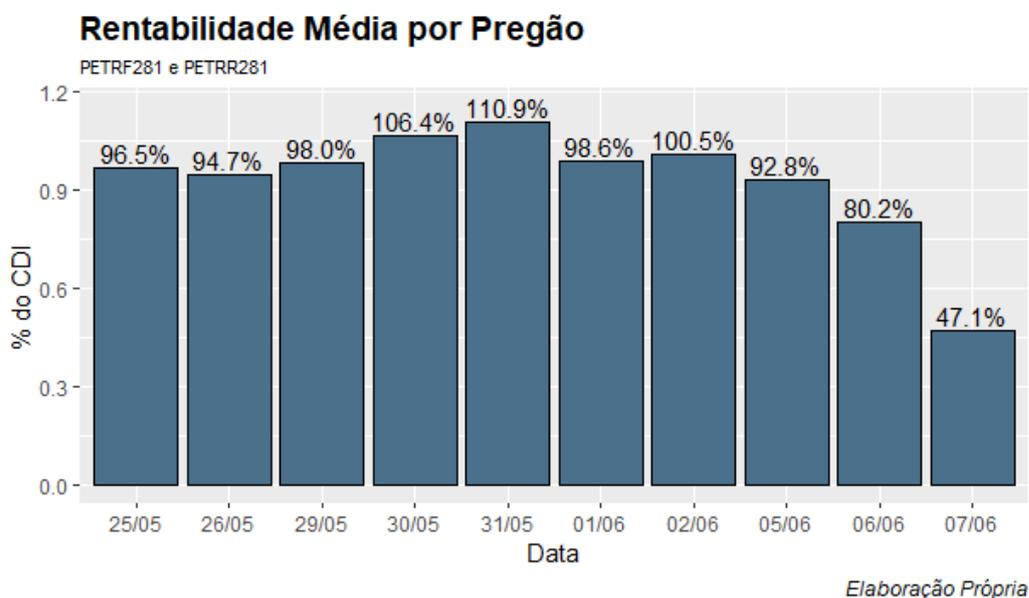
Figura 12



Observa-se, na figura 11 uma uniformidade maior no número de montagens de Box ao longo do tempo, se comparado com o par de opções anterior. Apesar disso, a variação ainda foi alta, com destaque para o dia 26 de maio que concentrou a maior quantidade de negócios da série analisada. A figura 12, por sua vez, reforça a evidência de que a frequência de operações de Box não se mantém uniforme durante o dia, acumulando grande parte das negociações no período da manhã.

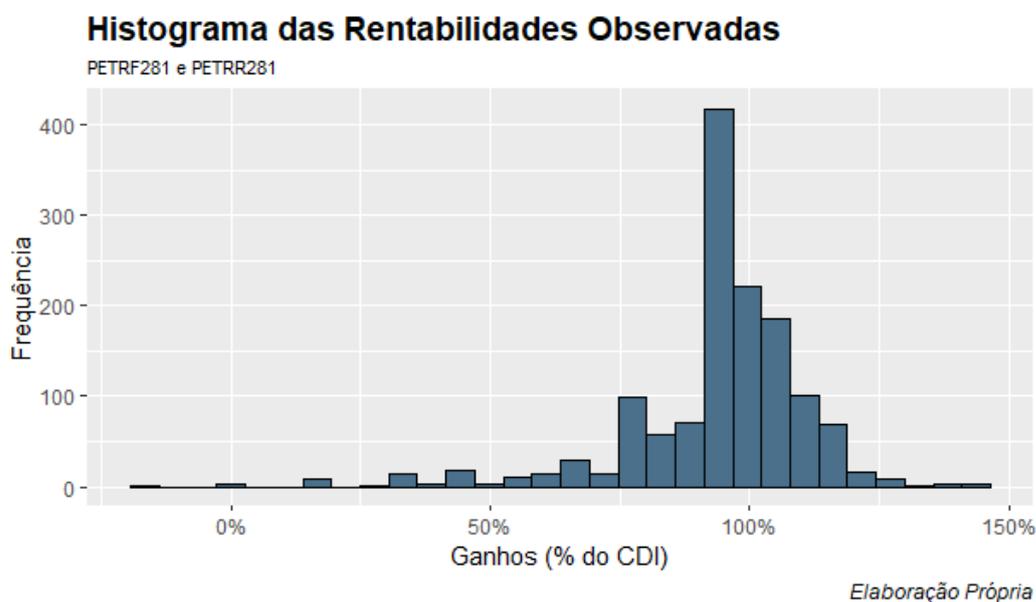
A figura abaixo contém a média das taxas acordadas por pregão, expressas como percentual do CDI e arredondadas à primeira casa decimal:

Figura 13



A figura 13 acima aponta que as médias diárias dos ganhos de capital expressas como percentual do CDI atingiram seus maiores valores nos dias 30 e 31 de maio. Estas datas correspondem a 13 e 12 dias úteis distantes do vencimento, respectivamente. Os rendimentos médios diários decaíram de forma expressiva e com rápida intensidade nos dias subsequentes. Nota-se, também, que os ganhos médios não excederam o CDI de forma significativa em nenhuma das datas analisadas, corroborando a avaliação de que os preços relativos entre call, put e o ativo-base mantiveram-se em média eficientes. A figura a seguir apresenta a distribuição das rentabilidades observadas no banco de dados expressas como porcentagem do CDI.

Figura 14



A tabela abaixo contém as mais importantes estatísticas da distribuição acima:

Tabela 8

Descrição	% do CDI
Valor mínimo	-15,53%
Primeiro Quartil	87,25%
Média	93,65%
Mediana	93,51%
Terceiro quartil	102,85%
Valor Máximo e	144,78%
Desvio padrão	17,29%

Pode-se concluir, com base nessa análise, que a média e mediana dos ganhos líquidos de capital com a operação de Box é muito próxima do CDI. Isso é esperado, afinal, se os ganhos médios dessa operação excedessem o CDI de forma significativa, um grande fluxo de capital seria desviado de outras aplicações para esta. Os preços, portanto, haveriam de voltar ao equilíbrio. Apesar disso, percebe-se uma variação expressiva nas taxas de rentabilidade acordadas, de forma que é possível verificar evidências de Box's montados com ganhos de até 144,78 % do CDI.

#### 4.4 Detalhamento Micro (Strike 25,43)

Serão apresentados, agora, três exemplos de indícios de negociação de Box. Cada um destes exemplos será classificado como evidência fraca, forte ou muito forte. Além disso, o cálculo da taxa de retorno será demonstrada para cada um destes casos.

Caso 1:

Tabela 9

Hora	Ativo	Compradora	Valor	Quantidade	Vendedora	Agressor
10:08:22.224	PETRR281	Ativa	1,37	1.000	Ideal	Vendedor
10:08:22.249	PETR4	Ativa	25,92	1.000	BTG	Comprador
10:08:22.271	PETRF281	Genial	0,24	1.000	Ativa	Vendedor

A tabela acima retrata um conjunto de operações realizadas no dia 31 de maio de 2023 que apontam uma alta probabilidade de um player ter se posicionado em um Box de 3 Pontas utilizando a corretora Ativa. A primeira ponta da operação a ser negociada foi a compra da Put. A ordem da corretora Ativa foi agredida nessa negociação. As ordens para o fechamento das pontas subsequentes foram agressoras por parte do player montando o Box, indicando que estas foram ativadas logo após a compra da Put. O intervalo de tempo entre as negociações foi de 47 milissegundos, ou seja, 0,047 segundo. Portanto, pode-se classificar esse caso como evidência muito forte de montagem de Box. O cálculo da rentabilidade acordada de um Box foi demonstrado na seção 3.3. Veja-se como o cálculo se aplica nesse cenário:

Primeiramente, há que se verificar a satisfação da condição abaixo, pois isso definirá a forma de tributação, influenciando o ganho líquido da operação.

$$PE_{Aj} < (P_a - c + p)$$

$$25,43 < (25,92 - 0,24 + 1,37)$$

$$25,43 < 27,05$$

A condição foi satisfeita.

Segue-se para o cálculo da taxa acordada:

$$R_l = \left[ \frac{PE_{Aj}}{(P_a - c + p)} - 1 \right] + \frac{EV}{(P_a - c + p)}$$

$$R_l = \left[ \frac{25,43}{27,05} - 1 \right] + \frac{1,79}{27,05}$$

$$R_l = -0,059889094 + 0,066173752$$

$$R_l = 0,006284658$$

O ganho líquido da operação foi de 0,6285%. A fim de expressar a rentabilidade como porcentagem do CDI, faz-se necessário calcular o CDI acumulado do período e descontar o imposto de renda de 22,5% (vinte e dois inteiros e cinco décimos por cento), haja vista que prazo da aplicação é de até 180 (cento e oitenta) dias.

$$\%CDI = \frac{0,006284658}{[(1 + CDIdiário)^{(du-1)} - 1] \times 0,775}$$

$$\%CDI = \frac{0,006284658}{[1,00050788^{(12-1)} - 1] \times 0,775}$$

$$\%CDI = \frac{0,006284658}{[1,005600888 - 1] \times 0,775}$$

$$\%CDI = \frac{0,006284658}{0,004340689}$$

$$\%CDI = 1,447848185$$

A rentabilidade acordada foi de 144,78% do CDI.

Caso 2:

Tabela 10

Hora	Ativo	Compradora	Valor	Quantidade	Vendedora	Agressor
10:11:41.574	PETRF281	Bradesco	0,26	100	UBS	Vendedor
10:11:42.602	PETR4	UBS	25,95	1000	UBS	Vendedor
10:11:42.643	PETRR281	UBS	1,36	100	Bradesco	Comprador

Neste caso, pode-se inferir que um player poderia se posicionar em um Box de 3 Pontas com os parâmetros da tabela acima. A primeira ponta da operação negociada foi a venda da Call. A ordem da corretora UBS foi agressora nesta e na última negociação (compra da Put). Apesar disso, a operação de compra do ativo-base foi realizada via uma ordem agredida da UBS. Além disso, a quantidade negociada na compra do ativo não equivale às quantidades negociadas nas opções. O intervalo de tempo entre as negociações foi de 1.069 milissegundos, ou seja, 1,069 segundo. Pode-se, portanto, classificar esse cenário como evidência fraca de montagem de Box. Segue abaixo o detalhamento do cálculo do ganho da operação:

$$PE_{Aj} < (P_a - c + p)$$

$$25,43 < (25,95 - 0,26 + 1,36)$$

$$25,43 < 27,05$$

A condição foi satisfeita.

Segue-se para o cálculo da taxa acordada:

$$R_l = \left[ \frac{PE_{Aj}}{(P_a - c + p)} - 1 \right] + \frac{EV}{(P_a - c + p)}$$

$$R_l = \left[ \frac{25,43}{27,05} - 1 \right] + \frac{1,79}{27,05}$$

$$R_l = -0,059889094 + 0,066173752$$

$$R_l = 0,006284658$$

$$\%CDI = \frac{R_l}{[(1 + CDI_{diário})^{(du-1)} - 1] \times 0,775}$$

$$\%CDI = \frac{0,006284658}{0,004340689}$$

$$\%CDI = 1,447848185$$

A rentabilidade acordada foi de 144,78% do CDI.

Caso 3:

Tabela 11

Hora	Ativo	Compradora	Valor	Quantidade	Vendedora	Agressor
10:08:28.741	PETRR281	Ativa	1,4	1.000	Ideal	Vendedor
10:08:28.744	PETRF281	XP	0,24	1.000	Ativa	Vendedor
10:08:28.760	PETR4	Ativa	25,89	1.000	Intl	Vendedor

A tabela acima aponta que um player se posicionou em um Box de 3 Pontas utilizando a

corretora Ativa. Tal como o caso 1, a primeira ponta da operação negociada foi a compra da Put e ordem da corretora Ativa foi agredida nessa negociação. As ordens enviadas pela Ativa para o fechamento das pontas subsequentes, porém, não foram todas agressoras. Somente a venda da Call foi realizada mediante agressão do Book de Ofertas por parte do player montando o Box. O intervalo de tempo entre as negociações foi de 19 milissegundos, ou seja, 0,019 segundo. Esse conjunto de operações pode ser classificado, portanto, como evidência forte de montagem de Box. Segue abaixo o detalhamento do cálculo do ganho da operação:

$$PE_{Aj} < (P_a - c + p)$$

$$25,43 < (25,89 - 0,24 + 1,4)$$

$$25,43 < 27,05$$

A condição foi satisfeita.

Segue-se para o cálculo da taxa acordada:

$$R_l = \left[ \frac{PE_{Aj}}{(P_a - c + p)} - 1 \right] + \frac{EV}{(P_a - c + p)}$$

$$R_l = \left[ \frac{25,43}{27,05} - 1 \right] + \frac{1,79}{27,05}$$

$$R_l = -0,059889094 + 0,066173752$$

$$R_l = 0,006284658$$

$$\%CDI = \frac{R_l}{[(1 + CDIdiário)^{(du-1)} - 1] \times 0,775}$$

$$\%CDI = \frac{0,006284658}{0,004340689}$$

$$\%CDI = 1,447848185$$

A rentabilidade acordada foi de 144,78% do CDI.

## 5 Conclusão

Os resultados indicam que surgiram, em diversos momentos, oportunidades de montagem do Box de 3 Pontas com retornos significativamente superiores à taxa básica de juros da economia brasileira. Além disso, o estudo pôde ser realizado com aplicações reais prováveis de se repetirem no futuro, visto que foram adotados critérios rigorosos na identificação das operações, admitindo uma divergência temporal de até somente três segundos para o fechamento das três pontas da estrutura.

Em contrapartida, a média das rentabilidades das operações de Box não excederam o CDI de forma expressiva, ficando, inclusive, abaixo do benchmark em diversos dos pregões analisados. Verifica-se, portanto, uma variância considerável na distribuição dos ganhos entre os players com essa estrutura. Essa discrepância pode se dar por diversos fatores, tais como problemas de velocidade no fechamento das negociações, diferença nos parâmetros de acionamento das estratégias automatizadas dos players e até mesmo a disposição dos agentes de mercado em montar ou zerar posições em determinados contextos.

A distribuição amostral dos ganhos verificados com a estratégia de Box de 3 Pontas não reflete de maneira convincente as propriedades estatísticas de nenhuma das mais relevantes distribuições de probabilidade. Como sugestão de trabalhos futuros, há a possibilidade replicar a análise deste estudo abrangendo mais ativos e por um período de tempo mais longo, a fim de investigar a distribuição das rentabilidades e, eventualmente, realizar inferências estatísticas e testes de igualdade de média para os diferentes ativos e intervalos de tempo distantes do vencimento.

Por fim, pode-se concluir que existem oportunidades recorrentes de ganhos de capital superiores ao CDI com a operação de Box de 3 Pontas no ativo PETR4. Apesar disso, o investidor deve se atentar às especificidades operacionais da estratégia e regular os parâmetros de entrada na operação com base no cálculo de rentabilidade acordada e nos valores das variáveis que este emprega.

## Referências Bibliográficas

**CUNHA**, Alfredo Rossi Saldanha. Modelagem de volatilidade no mercado de opções, 2020.

**TOLEDO FILHO**, Jorge Ribeiro de; **Castro Neto**, José Luís de; **Kassai**, José Roberto. Box de 4 pontas: uma alternativa de uso de derivativos como custo de capital para as empresas, 2005.

**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, 2021.

**ARAUZ**, Walter Fernando da Silva. Proposta de método para desenvolvimento de estratégia de negociação de opções que combina operações estruturadas e modelo de Black & Scholes, 2015.

**COMERLATO**, Eduardo Arthur. A atratividade da estratégia de investimento Box Spread no mercado financeiro brasileiro, 2014.

**OLIVEIRA LEITE**, Arthur W. Análise da Eficiência do Mercado de Ações Brasileiro em Alta Frequência., 2020.

**MAAZ**, Raphael Fortes. A Atividade de Negociações Algorítmicas de Alta Frequência no Mercado Brasileiro de Dólar Futuro, 2018.

**Hull**, John C, "Opções, Futuros e Outros Derivativos", Bookman, 2016.