

Eficácia dos *candlesticks* na sinalização dos preços futuros do boi gordo, café arábica e milho¹

DOI: 10.4025/enfoque.v43i2.62167

Odilon José de Oliveira Neto 

Doutor em Administração de Empresa pela Fundação Getúlio Vargas (FGV/EAESP)
Universidade Federal de Uberlândia – UFU (Campus Pontal)
Núcleo de Estudos e Pesquisas em Administração e Ciências Contábeis (NEPACC-UFU)
E-mail: professorodilon@gmail.com

Matheus Vitor Borges de Melo 

MBA em Finanças e Controladoria pela Universidade de São Paulo
E-mail: contatamatheusmello@gmail.com

Josilene da Silva Barbosa 

Doutora em Ciências Contábeis pela Universidade Federal de Uberlândia
Universidade Federal de Uberlândia – UFU (Campus Pontal)
Núcleo de Estudos e Pesquisas em Administração e Ciências Contábeis (NEPACC-UFU)
E-mail: josilene@ufu.br

Recebido em: 20/01/2022

Aceito em: 06/09/2022

2ª versão aceita em: 01/10/2022

RESUMO

Objetivo: Este estudo teve por objetivo verificar a eficácia dos padrões altistas e baixistas de *candlesticks* na inflexão e na persistência da inflexão de preços nos mercados futuros do boi gordo, café arábica e milho da Brasil, Bolsa, Balcão (B3).

Método: Foi realizada uma pesquisa quantitativa do tipo descritiva. As regras equacionais dos padrões de *candlesticks* e a estimativa de eficácia desses padrões em inflexão e persistência foram fundamentadas teórica e metodologicamente nos estudos de Marshall et al. (2008), Horton (2009), Lu et al. (2015), Lu e Shiu (2016), Cohen (2020), Foroushany et al. (2020) e Heinz et al. (2021).

Originalidade/Relevância: A proposta foi examinar a eficácia da técnica nos mercados futuros agropecuários, visto que esse ambiente, apesar de originário do método (Nison, 1999; Murphy, 1999), é praticamente ignorado no campo dos estudos teórico-empíricos, tendo sido identificadas apenas pesquisas realizadas no âmbito dos mercados de ações, de juros e imobiliário.

Resultados: Os resultados permitiram concluir que a maioria dos padrões *candlesticks* estudados apresentaram-se como eficazes em inflexão de preços (reversão do preço um dia após a ocorrência do padrão) nos mercados estudados. Constatou-se também que os padrões *candlesticks* são ineficazes em persistência de inflexão de preços, com exceção dos padrões altistas estrela da manhã no mercado futuro do boi gordo e linha de perfuração no mercado do café arábica. A persistência de inflexão de preços desses padrões atingiu o terceiro dia após a ocorrência, o que caracteriza como inflexão persistente moderada.

Contribuições teóricas/metodológicas/práticas: Como contribuição prática, sugere-se que os padrões pesquisados sejam utilizados apenas para decisões com horizonte de um dia após sua ocorrência, não sendo indicado manter posição pós-inflexão quando eles não permitem garantir lucratividade. Como contribuição teórica (literatura), o estudo apontou que os padrões *candlesticks* correspondentes inversos altistas e baixistas não apresentam diferença em eficácia.

Palavras-chave: Agronegócio. Análise Técnica. Comercialização Agropecuária. Derivativos. Inflexão e Persistência de Preços.

¹ Obs.: A pesquisa recebeu apoio financeiro do CNPq-Brasil (Processo: APQ 409560/2018-9) e da FAPEMIG (Processo: APQ 000839- 21) e apoio científico e tecnológico do Núcleo de Estudos e Pesquisas em Administração e Ciências Contábeis da Universidade Federal de Uberlândia (NEPACC-CTINFRA II-UFU/FACES).

Candlestick effectiveness in signaling future prices for live cattle, arabic coffee, and corn

ABSTRACT

Objective: This study aims to assess the effectiveness of bullish and bearish candlestick patterns in price inflection and price inflection persistence for live cattle, arabic coffee and corn at Brasil, Bolsa, Balcão (B3) stock exchange.

Method: A quantitative descriptive research was conducted. The equational rules of candlestick patterns and the estimation of effectiveness of these patterns in inflection and persistence were theoretically and methodologically grounded in the studies by Marshall et al. (2008), Horton (2009), Lu et al. (2015), Lu and Shiu (2016), Cohen (2020), Foroughany et al. (2020), and Heinz et al. (2021).

Originality/Relevance: The proposal was to examine the effectiveness of the technique in agricultural futures markets, as this environment, despite originating from the method (Nison, 1999; Murphy, 1999), is practically ignored in the field of theoretical-empirical studies, with only studies identified within the realms of stock, interest rate, and real estate markets.

Results: Results showed that most of the investigated candlestick patterns are effective at inflection price (price reversal one day after the pattern) on the markets under scrutiny. Candlestick patterns also proved to be ineffective for inflection price persistence, with the exception of the bullish pattern morning star for Live Cattle futures and the piercing line for Arabic coffee market. The persistence of price inflection for these patterns reached the third day after their occurrence, constituting a moderate inflection persistence.

Theoretical/methodological/practical contributions: As a practical contribution, we suggest that these patterns be used only for decisions with time horizon of one day after its occurrence and it is not advised to maintain post-inflection position because, they don't ensure profitability. As a theoretical contribution (literature), the study pointed out that the candlestick patterns corresponding to bullish and bearish inverses do not present a difference in effectiveness.

Keywords: Agribusiness. Technical analysis. Agricultural marketing. Derivative. Price inflection and persistence.

1 INTRODUÇÃO

A previsão do comportamento de ativos financeiros de renda variável, em especial, ações, câmbio, derivativos (agropecuários e não agropecuários), entre outros negociados no mercado de capitais, se destaca como um dos maiores desafios para investidores, *hedgers* e especuladores. Nessa perspectiva, decidir o melhor momento para comprar ou vender determinado ativo é um ponto chave, tanto para investidores e especuladores, que visam, essencialmente, à maximização dos retornos, quanto para *hedgers*, para os quais a finalidade das operações é fundamentalmente a mitigação do risco.

Nison (1991) e Murphy (1999) corroboram que a análise técnica é a ferramenta mais adequada a ser empregada para apontar o melhor momento para negociar ativos. Gardner Jr (2006), De Gooijer e Hyndman (2006) e Ribeiro, Sosnoski e Oliveira (2010) corroboram que inúmeros modelos de previsão são capazes de prever o comportamento de preços com significativa precisão e destacam o progresso da análise técnica na determinação dos momentos ideais para compra e venda de ativos.

No que se refere à análise técnica do comportamento dos preços, Gardner Jr (2006) e Ribeiro, Sosnoski e Oliveira (2010) ressaltam o avanço dos modelos de séries temporais, incluindo-se as médias móveis e as suavizações exponenciais e, também, as redes neurais que, segundo Zhang (2003), são modelos não lineares, mais flexíveis e adaptáveis, cuja parametrização se ajusta à medida que novos dados são incorporados ao modelo, o que, teoricamente, eleva sua capacidade de previsão.

Não obstante, mesmo com o avanço teórico-científico dos modelos de análise e previsão de preços, no âmbito da análise técnica, a modelagem de séries temporais é considerada problemática dado o tempo e o esforço computacional empregado desde a coleta dos dados até a tomada de

decisão de compra e venda de ativos. Assim sendo, a análise gráfica, teoricamente, apresenta-se com ferramenta hipoteticamente mais ágil na identificação de tendências e sinalização de preços, além de mais econômica no que tange à carga computacional, sendo esses alguns dos fatores que contribuem para sua maior popularidade e apelo mercadológico. Nesse sentido, Nison (1991) e Murphy (1999) destacam a importância do uso de gráficos capazes de colaborar na avaliação da direção dos preços, seja em mercados à vista ou de derivativos (futuros, opções e outros), o que é essencial para tomada de decisões acerca de investimentos lucrativos. Os gráficos considerados clássicos (tradicionais) da análise técnica são os *candlesticks* (de *candles* ou de velas), de barras e de pontos e figuras.

De acordo com Pring (2014), os gráficos *candlesticks* carregam informações semelhantes às dos gráficos de barras e de pontos e figuras, mas eles proporcionam maior clareza para identificação de sinais, que são tecnicamente denominados “padrões *candlesticks*”, os quais, teoricamente, apontam o melhor momento de compra ou venda de ativos financeiros. Em síntese, a ocorrência do padrão pode ser positiva, sugerindo que haverá um aumento do preço. Isso indica ao investidor qual pode ser o momento ideal para comprar determinado ativo. Quando a ocorrência do padrão é negativa, a sinalização é de queda do preço, sendo recomendado ao investidor a venda do ativo, seja para garantir lucros já gerados ou mesmo minimizar riscos de perdas (Murphy, 1999; Debastiani, 2007; Amoroso, 2011).

Todavia, mesmo entre os mais experientes usuários (investidores, especuladores e *hedgers*) e investigadores (pesquisadores) dessa técnica, ainda pairam ceticismos sobre a eficácia dos padrões *candlesticks* no contexto da inflexão (reversão da direção do preço um dia após a ocorrência do padrão), da persistência da inflexão (continuação da reversão do preço a partir do segundo dia após a ocorrência do padrão) e de seus respectivos retornos no tempo. Enquanto importantes estudos, como os de Marshall et al. (2006), Marshall et al. (2008), Horton (2009), Duvinage et al. (2013) e Cohen (2020), evidenciaram a ineficácia dos padrões *candlesticks* na geração de retornos em mercados de ações de países desenvolvidos, outros, também relevantes, como os de Lee e Jo (1999), Lu et al. (2012), Lu (2014), Zhu et al. (2016) e Froushany et al. (2020), corroboraram a eficácia dos padrões *candlesticks* em mercados de ações de países que, à época da realização dos estudos, eram tidos como emergentes.

Ao observar esse conjunto de estudos científicos sobre a eficácia dos padrões *candlesticks*, vale destacar os trabalhos de Cohen (2020), Froushany et al. (2020) e Heinz et al. (2021), que consideraram não apenas a ocorrência da inflexão (reversão esperada do preço um dia após a ocorrência do padrão *candlestick*), mas também a persistência da inflexão (alta ou baixa), a qual está condicionada à retenção do ativo e à geração de retornos no curto prazo.

No que tange aos mercados em que foram realizadas investigações científicas sobre a eficácia (ou desempenho) dos padrões *candlesticks*, quase a totalidade dos estudos sobre o tema publicados em periódicos científicos tiveram o mercado de ações como objeto de análise. Posto isso, avocou a atenção o fato de que, apesar de a análise técnica com *candlesticks* ter como origem um mercado futuro agropecuário, mais precisamente, o mercado futuro de arroz japonês no Século XVIII (Nison, 1999), não foram detectadas pesquisas científicas com o propósito de aferir a eficácia dos padrões *candlesticks* em mercados futuros agropecuários.

Diante das discussões, limitações e problemáticas apresentadas, vale ressaltar que uma das principais motivações para realização deste estudo consiste na oportunidade de estimar a eficácia dos *candlesticks* para além do ambiente quase convencionalmente pesquisado, que é o mercado de ações. Hipoteticamente, pode-se apontar que a não realização de investigações teórico-empíricas em mercados futuros agropecuários se deve ao fato do menor número de participantes se comparados aos que atuam nos mercados de ações, o que, supostamente, implicaria em menor apelo mercadológico pela investigação.

A proposta é examinar a eficácia da técnica em mercados futuros agropecuários, visto que esse ambiente, apesar de originário do método (Nison, 1999; Murphy, 1999), é praticamente ignorado no campo dos estudos teórico-empíricos, tendo sido identificadas apenas pesquisas realizadas no âmbito dos mercados de ações (Caginalp & Laurent, 1998; Lee & Jo, 1999; Marshall et al., 2006; Marshall et al., 2008; Horton, 2009; Lu et al., 2012; Duvinage et al., 2013; Prado et al., 2013; Lu,

2014; Lu et al., 2015; Leonel & Oliveira Neto, 2016; Lu & Shiu, 2016; Zhu et al., 2016; Chin et al., 2017; Tharavanij et al., 2017; Cruz & Oliveira Neto, 2018; Jamalooddeen et al., 2018; Cohen, 2020; Foroushany et al., 2020; Heinz et al., 2021), mercados de juros (Fiess & MacDonald, 2002) e mercados imobiliários (Gdakowicz, 2014). Ademais, considerou-se a possibilidade de comparação da eficácia dos padrões *candlesticks* em diferentes mercados futuros agropecuários brasileiros, mais precisamente, o do boi gordo, do café arábica e do milho, que são caracterizados como mercados futuros agropecuários mais líquidos da principal bolsa brasileira de derivativos, a Brasil, Bolsa, Balcão (B3).

Assim sendo, o presente estudo tem por objetivo principal **verificar a eficácia dos padrões altistas e baixistas de *candlesticks* na inflexão e na persistência da inflexão de preços nos mercados futuros do boi gordo, café arábica e milho da Brasil, Bolsa, Balcão (B3).** Especificamente, esta investigação tem a finalidade de: (i) comparar a eficácia dos padrões *candlesticks*, tanto de alta quanto de baixa, entre os mercados futuros do boi gordo, café arábica e milho; e (ii) comparar as diferenças da eficácia dos padrões *candlesticks* altistas e baixistas dentro dos mercados futuros do boi gordo, café arábica e milho.

No que se refere à esfera metodológica, pesquisas realizadas por Prado et al. (2013), Leonel e Oliveira Neto (2016) e Cruz e Oliveira Neto (2018) sobre eficácia dos padrões *candlesticks* envolvendo o mercado de capitais brasileiro focaram, principalmente, na ocorrência do padrão e na inflexão. Distinta desses estudos, a presente investigação encontra-se mais alinhada com os procedimentos adotados por Cohen (2020), Foroushany et al. (2020) e Heinz et al. (2021), que estimaram não somente a ocorrência do padrão e a inflexão, mas também a persistência da inflexão. Destarte, este estudo analisa a eficácia dos padrões do primeiro ao quinto dia após a sua ocorrência.

A definição pelos mercados do boi gordo, café arábica e milho para realização deste estudo foi motivada pelo fato de serem essas as commodities agropecuárias mais negociadas em bolsa nos mercados futuros agropecuários do Brasil, representado, aproximadamente, 95% dos negócios com derivativos agropecuários realizados na B3 no período 2020-2021 (B3, 2022). O número de participantes e a liquidez de tais mercados agropecuários os caracterizam como consolidados e maduros ao ponto de permitir uma robusta verificação da eficácia dos padrões *candlesticks* nos mesmos.

Os números do mercado físico do boi gordo, milho e café corroboraram a sua relevância no mercado futuro. No caso do milho, em 2020, o Brasil se posicionou como o terceiro maior produtor mundial e segundo maior exportador da commodity. A respeito dos bovinos de corte e de carne bovina, vale destacar que o Brasil se posiciona no ranking mundial como maior exportador, segundo maior produtor e terceiro maior consumidor de carne bovina, bem como detentor do maior rebanho bovino de corte comercial (ABIEC, 2021; USDA, 2021). Já no que se refere ao café (em grãos), em 2020, o Brasil liderou mundialmente a produção e a exportação de café, sendo responsável por 30,3% do total produzido e 25,5% da comercialização no mercado internacional (EMBRAPA, 2021).

Agregado à relevância desses números, soma-se o fato de as commodities estudadas pertencerem a importantes mercados agropecuários do Brasil, que é atualmente caracterizado como emergente e que ocupa a terceira posição no *ranking* mundial em produção de alimentos (EMBRAPA, 2021; USDA, 2021), o que torna ainda mais interessante a triangulação e o debate acerca dos resultados da eficácia dos padrões *candlesticks* estimados nesta investigação com os achados em estudos realizados em outros mercados, incluindo os caracterizados como desenvolvidos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Factualmente, Nison (1991) e Murphy (1999) asseveraram que os gráficos *candlesticks* foram desenvolvidos no Japão, no Século XVIII, com o propósito de analisar os preços do arroz. Além disso, os autores ressaltam que, diante da necessidade dos produtores japoneses de negociar sua produção sem que houvesse a necessidade de retirada imediata do produto, emergiram os derivativos (cupons ou contratos futuros) de arroz. Para os autores, além de serem os gráficos mais antigos usados na análise técnica e apresentarem informações relevantes sobre os preços nos

pregões, os *candlesticks* também se destacam por sua aplicabilidade em mercados com características distintas, como o de ações, futuros e de opções, entre outros.

No que se refere à discussão sobre a integração entre o método, a teoria e a prática, Nison (1991) e Murphy (1999) se destacam como os principais responsáveis pela popularização dos *candlesticks* como instrumento de análise técnica no mercado de capitais nos Estados Unidos da América (EUA) e no Ocidente de maneira geral. Os autores apontaram que parte do bom desempenho dessa técnica de análise se deve ao fato de os *candlesticks* serem considerados mais precisos e ágeis na sinalização de preços e pragmáticos na indicação do melhor momento de compra ou venda de ativos financeiros.

Jegadeesh e Sheridan (2001), Morris (2006) e Pring (2014), além de colocarem a análise técnica como importante instrumento no campo do estudo dos movimentos dos preços de diferentes ativos e mercados, destacam a capacidade, em termos de subsídio informacional, dos gráficos *candlesticks* na sinalização de direções e tendências. Nesse âmbito, Murphy (1999) e Debastiani (2007) apontam que o padrão *candlestick* pode indicar o aumento do preço e, portanto, sinalizar o momento de o investidor comprar determinado ativo, bem como pode sinalizar a queda do preço, sugerindo ao investidor a venda do ativo, seja para consumir lucros ou para mitigar riscos de perdas.

Sobre as hipotéticas variações sinalizadas pelos padrões *candlesticks*, Nison (1991), Murphy (1999), Morris (2006) e Pring (2014) asseveram que, ao indicarem o momento ideal para compra ou venda de ativos, esses padrões são úteis tanto para fins de maximização dos retornos quanto para minimização do risco. Daí a importância da informação gerada por esses instrumentos para as decisões de investidores, especuladores e *hedgers*. Mas, apesar das importantes informações contidas nos *candlesticks*, mesmo entre os mais experientes usuários e estudiosos dessa técnica de análise ainda pairam dúvidas sobre a eficácia dos padrões, tanto no contexto da inflexão como também na persistência da inflexão dos preços no tempo (manutenção da direção do preço pós-inflexão).

Buscando oferecer melhor entendimento quanto ao estado da arte, incluindo-se a cronologia da literatura, apresenta-se, na Tabela 1, o sumário de informações sobre autores, anos das publicações, ativos, mercados e períodos analisados, bem como os resultados dos testes de hipóteses dos estudos científicos (artigos publicados) tidos como referências da temática em estudo. O levantamento levou em consideração toda a temporalidade do estudo sobre o tema, com destaque para o volume de estudos publicados na década de 2010.

No que tange ao contexto teórico-científico, destaca-se a importância da discussão sobre similaridades e disparidades encontradas na literatura acerca dos padrões *candlesticks* e da eficácia desses na sinalização de preços e retornos. Assim sendo, os estudos científicos expostos na Tabela 1 se apresentam como importantes alicerces do debate em torno da problemática teórico-empírica, dos procedimentos metodológicos e dos principais resultados e conclusões sobre a eficácia dos padrões *candlesticks*.

Tabela 1

Sumário dos principais estudos sobre eficácia dos padrões *candlesticks* no mercado de capitais.

Autor(es) e Ano de Publicação	Ativo	Mercado (País)	Período em Análise	Hipótese
Caginalp e Laurent (1998)	Ações	EUA	1992-1996	NR
Lee e Jo (1999)	Ações	Coreia do Sul	1992-1997	NR
Fiess e MacDonald (2002)	Câmbio	EUA	1986-1996	SD
Fock et al. (2005)	Ações e Juros	EUA	2002-2003	RE
Marshall et al. (2006)	Ações	EUA	1992-2002	RE
Marshall et al. (2008)	Ações	Japão	1975-2004	RE
Horton (2009)	Ações	EUA	NA	RE
Lu et al. (2012)	Ações	Tailândia	2002-2008	NR

Continua...

Continuação...				
Duvinage et al. (2013)	Ações	EUA	1992/2002	RE
Prado et al. (2013)	Ações	Brasil	2005-2009	SD
Gdakowicz (2014)	Imóveis	Polônia	1997	NR
Lu (2014)	Ações	Tailândia	1992-2009	NR
Lu et al. (2015)	Ações	EUA	1992-2012	NR
Leonel e Oliveira Neto (2016)	Ações	Brasil	2006-2014	NR
Lu e Shiu (2016)	Ações	EUA	1974-2009	NR
Zhu et al. (2016)	Ações	China	1999-2008	NR
Chin et al. (2017)	Ações	Malásia	2000-2014	SD
Tharavanij et al. (2017)	Ações	Tailândia	2006-2016	NR
Cruz e Oliveira Neto (2018)	Ações	Brasil	2007-2016	NR
Jamaloodeen et al. (2018)	Ações	EUA	1950-2017	SD
Cohen (2020)	Ações	EUA	NA	RE
Foroushany et al. (2020)	Ações	Irã	2003-2018	NR
Heinz et al. (2021)	Ações	EUA	1950-2020	SD

Fonte: Elaborado pelos autores

Nota: (RE) hipótese de eficácia rejeitada; (NR) hipótese de eficácia não rejeitada; (SD) sem definição – hipótese rejeitada em determinadas situações e em outras, não, ou, simplesmente, inconclusiva quanto à eficácia dos padrões *candlesticks*; e (NA) não se aplica definição de período por especificidade da amostra.

Desde a publicação das obras de Nison (1991) e Murphy (1999), várias pesquisas científicas passaram a focar na mensuração da eficácia dos padrões *candlesticks*. Estudos relevantes, como os de Marshall et al. (2006), Marshall et al. (2008), Horton (2009), Duvinage et al. (2013) e Cohen (2020), evidenciaram a ineficácia dos padrões *candlesticks* na geração de lucros nos mercados de ações norte-americano e japonês, enquanto outras investigações, como as de Lee e Jo (1999), Lu e Shiu (2012), Lu et al. (2012), Lu (2014), Leonel e Oliveira Neto (2016), Zhu et al. (2016), Tharavanij et al. (2017), Cruz e Oliveira Neto (2018) e Foroushany et al. (2020), evidenciaram a eficácia de vários padrões *candlesticks* na obtenção de lucros nos mercados de ações brasileiro, chinês, coreano, iraniano e tailandês.

As pesquisas que explicitaram a ineficácia dos padrões *candlesticks* em geração de retornos tiveram como ambiente de análise os mercados de ações de países desenvolvidos, como Estados Unidos da América (EUA) e Japão, que são também considerados mercados informacionalmente eficientes, dentre as quais, destacam-se as investigações de Marshall et al. (2006), Marshall et al. (2008), Horton (2009), Duvinage et al. (2013) e Cohen (2020). Por outro lado, os estudos que apontaram a eficácia dos padrões *candlesticks* analisaram mercados de países denominados emergentes, considerando o período de realização das investigações, mais precisamente, os mercados de ações brasileiro, chinês, coreano, iraniano e taiwanês, com destaque para Lee e Jo (1999), Lu et al. (2012), Lu (2014), Leonel e Oliveira Neto (2016), Zhu et al. (2016), Tharavanij et al. (2017), Cruz e Oliveira Neto (2018) e Foroushany et al. (2020).

A respeito das metodologias aplicadas nas investigações sobre a eficácia dos padrões *candlesticks*, ressalta-se a similitude da utilização de métodos de amostragem e análises, com destaque para os testes dentro da amostra e fora da amostra (via técnica de amostragem *bootstrap*), além do teste *t* para verificação da significância estatística da igualdade das diferenças entre amostras independentes (Johnson, 1978). Nesse âmbito, os testes dentro da amostra permitiram estimar a eficácia a partir do fato consumado (ocorrência do padrão no pregão real) e os testes fora da amostra, que se baseiam em um passo à frente, permitiram estimar a eficácia em situação simulada de compra ou venda (ocorrência do padrão gerada pela amostra via *bootstrap*).

Ainda no que diz respeito à esfera metodológica, pesquisas realizadas por Prado et al. (2013), Leonel e Oliveira Neto (2016) e Cruz e Oliveira Neto (2018) sobre eficácia dos padrões *candlesticks* envolvendo o mercado de ações brasileiro focaram, principalmente, na ocorrência do

padrão e na inflexão. Distinta desses estudos, a presente investigação encontra-se mais alinhada com os procedimentos adotados por Cohen (2020), Foroushany et al. (2020) e Heinz et al. (2021), que consideraram não apenas a ocorrência do padrão e a inflexão, mas também a persistência da inflexão, a qual está condicionada à retenção do ativo e à probabilidade de geração de retornos.

Assim sendo, no que tange à verificação da eficácia dos padrões *candlesticks*, o presente estudo se apoia também nas investigações de Prado et al. (2013), Leonel e Oliveira Neto (2016), Cruz e Oliveira Neto (2018), Cohen (2020), Foroushany et al. (2020) e Heinz et al. (2021), ao observar tanto a eficácia da inflexão (reversão esperada do preço um dia após a ocorrência do padrão) quanto a eficácia da persistência da inflexão nos quatro dias seguintes à ocorrência do padrão, que é caracterizada como inflexão persistente: leve, moderada, forte e muito forte. Dessa forma, o desempenho da técnica pôde ser verificado do primeiro ao quinto dia ex-post-facto (após a ocorrência do padrão *candlestick*).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Coleta de dados e cálculo dos padrões *candlesticks*

Com a finalidade de atingir os objetivos da presente pesquisa, optou-se pela realização de uma pesquisa quantitativa do tipo descritiva cujo objetivo é descrever e analisar os eventos sem interferir nos resultados. A ocorrência dos padrões *candlesticks* foi estimada com base nas séries de preços diários de abertura, fechamento, máximo e mínimo do boi gordo, café arábica e milho obtidas junto à plataforma financeira investing.com. Quanto à escolha dos mercados do boi gordo, café arábica e milho para a realização desta pesquisa, a justificativa diz respeito ao fato de esses serem os maiores em volume de negociação e liquidez dentre os mercados futuros agropecuários da Brasil, Bolsa, Balcão (B3), sendo conjuntamente responsáveis por, aproximadamente, 95% dos derivativos agropecuários negociados nessa mesma bolsa no período 2020-2021 (B3, 2022).

A definição do período amostral de cada commodity agropecuária (boi gordo, café arábica e milho) para realização da pesquisa tem como base a disponibilidade máxima das séries temporais dos preços publicizada pela plataforma. A respeito das séries temporais, é importante informar que não foram encontrados dados em outras bases ou plataformas de livre acesso que permitissem que as séries diárias de preços avaliadas fossem superiores às disponibilizadas pela plataforma investing.com, cujo períodos de dados abertos são de, aproximadamente, oito anos para o boi gordo e milho e vinte um anos para o café arábica.

Em um comparativo com a literatura sobre a temática em estudo, destaca-se que, quanto ao número de observações e de períodos analisados, a análise dos mercado futuros do boi gordo e do milho apresenta similaridade com as investigações de Marshall et al. (2006), Duvintage et al. (2013), Leonel e Oliveira Neto (2016), Zhu et al. (2016) e Cruz e Oliveira Neto (2018), cuja abrangência temporal encontra-se entre oito e dez anos, enquanto que a análise do mercado futuro do café arábica encontra-se mais alinhada às pesquisas de Marshall et al. (2008) e Lu et al. (2015), que abarcaram período superior a vinte anos de análise.

As séries diárias de preços do boi gordo referem-se ao período compreendido entre 27 de novembro de 2013 e 07 de outubro de 2021 (aproximadamente, oito anos) e contemplam, precisamente, 1.933 pregões que, multiplicados por quatro tomadas de preços diários (abertura, fechamento, máximo e mínimo), totalizam 7.732 observações. O contrato futuro do boi gordo é negociado sob o código BGI e compreende 330 arrobas líquidas de bovinos machos, com 16 arrobas líquidas ou mais de carcaça e idade máxima de 42 meses. Os preços do boi gordo são cotados em reais por arroba e a série de preços considerada no estudo refere-se aos contratos de primeiro vencimento no mercado futuro da B3, que é um instrumento de negociação que tem vencimento e liquidação financeira determinados para todos os meses do ano.

No caso do café arábica, as séries diárias de preços abarcam o período entre 08 de dezembro de 1999 e 13 de fevereiro de 2020 (aproximadamente, vinte e um anos) e se referem, precisamente, a 5.000 pregões que, multiplicados por quatro tomadas de preços diários (abertura,

fechamento, máximo e mínimo), totalizam 20.000 observações. Os preços do café arábica tipo 4/5 (bebida dura ou melhor) são cotados em dólares americanos por saca, com contratos negociados sob o código ICF e constituídos de 100 sacas de 60 quilogramas líquidos (equivalentes a 6 toneladas métricas). As séries de preços do café arábica também se referem aos contratos de primeiro vencimento no mercado futuro da B3 que, convencionalmente, vencem nos meses de março, maio, julho, setembro e dezembro.

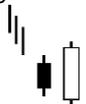
No que concerne ao milho, as séries diárias de preços referem-se ao período compreendido entre 02 de dezembro de 2013 e 07 de outubro de 2021 (aproximadamente, oito anos), totalizando 1.944 pregões que, multiplicados por quatro tomadas de preços diários (abertura, fechamento, máximo e mínimo), totalizam 7.776 observações. Os preços do milho são cotados em reais por saca (caracterização em grão, com odor e aspectos normais, amarelo, duro ou semiduro). Os contratos do milho são negociados sob o código CCM, sendo dimensionados por 450 sacas de 60 quilogramas líquidos (equivalente a 27 toneladas métricas). Também foram considerados os contratos do milho de primeiro vencimento na B3 como base para definição da série de preços. Destaca-se que os contratos futuros CCM da B3 têm vencimento e liquidação financeira nos meses de janeiro, março, maio, julho, agosto, setembro e novembro.

Os padrões *candlesticks* selecionados para o presente estudo seguiram o critério de relevância por potencial analítico e decisório e, em princípio, correspondem a oito padrões de alta e oito padrões de baixa, sendo eles: (i) padrões de alta – engolfo de alta, *harami* de alta, martelo, *kicker* de alta, linha de perfuração, martelo invertido, estrela da manhã e bebê abandonado de alta; e (ii) padrões de baixa – engolfo de baixa, *harami* de baixa, enforcado, *kicker* de baixa, nuvem negra, estrela cadente, estrela da noite e bebê abandonado de baixa. Entretanto, os dois padrões bebê abandonado, de alta e de baixa, foram descartados da investigação após a não constatação de ocorrência do padrão bebê abandonado de alta e constatação da ocorrência de apenas um padrão bebê abandonado de baixa por commodity agropecuária no período estudado. O descarte desses padrões se justifica, pois a falta ou o baixo número de ocorrências são fatores limitantes tanto na perspectiva matemática do cálculo da eficácia quanto na comparação estatística dessa estimativa. Prado *et al.* (2013) e Leonel e Oliveira Neto (2016) também verificaram pouquíssimas ocorrências dos padrões bebê abandonado em investigações no mercado de ações brasileiro. Sendo assim, a presente pesquisa analisa quatorze padrões *candlesticks*, sendo sete altistas e sete baixistas (Tabela 2).

As regras equacionais dos padrões *candlesticks*, bem como a definição do significado e o conceito do padrão, são apresentados no Tabela 2 e foram constituídos e fundamentados, teórica e metodologicamente, nos estudos de Caginalp e Laurent (1998), Lee e Jo (1999), Fock *et al.* (2005), Marshall *et al.* (2006), Goo *et al.* (2007), Marshall *et al.* (2008), Horton (2009), Lu *et al.* (2012), Prado *et al.* (2013), Lu *et al.* (2015), Leonel e Oliveira Neto (2016), Lu e Shiu (2016), Zhu *et al.* (2016), Cruz e Oliveira Neto (2018), Cohen (2020), Foroushany *et al.* (2020) e Heinz *et al.* (2021). A estimativa de ocorrência dos padrões foi realizada com a utilização do *software Microsoft Excel*. Destaca-se que os padrões *candlesticks* de baixa selecionados são correspondentes inversos (antagônicos na mesma ordem descrita) aos padrões *candlesticks* de alta selecionados.

Tabela 2

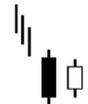
Regras equacionais para identificação de padrões *candlesticks* altistas e baixistas.

Padrão	Definição (D) e Regra Equacional (RE)
<p>Engolfo de Alta</p> 	<p>D: Padrão de alta formado por dois <i>candlesticks</i>, devendo o primeiro ser de baixa e menor em relação ao segundo, que deve ser de alta. Esse padrão é mais significativo quando o <i>candle</i> de alta apresenta grande diferença proporcional ao <i>candle</i> de baixa.</p> <p>RE: $(PA_1 > PF_1)$; $(PF > PA)$; $(PF \geq PA_1)$; $(PF_1 \geq PA)$; $[(PF - PA) > (PA_1 - PF_1)]$</p>
<p>Engolfo de Baixa</p> 	<p>D: Padrão de baixa constituído por dois <i>candlesticks</i>, devendo o primeiro ser de alta e menor em relação ao segundo, que deve ser de baixa. Esse padrão é mais significativo quando o <i>candle</i> de baixa apresenta grande diferença proporcional ao <i>candle</i> de alta.</p> <p>RE: $(PF_1 > PA_1)$; $(PA > PF)$; $(PA \geq PF_1)$; $(PA_1 \geq PF)$; $[(PA - PF) > (PF_1 - PA_1)]$</p>

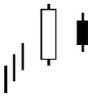
Continua...

Continuação...

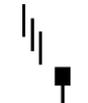
Harami de Alta



Harami de Baixa



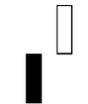
Martelo



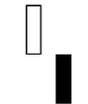
Enforcado



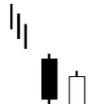
Kicker de Alta



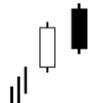
Kicker de Baixa



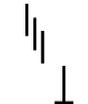
Linha de Perfuração



Nuvem Negra



Martelo Invertido



Estrela Cadente



D: Padrão de alta representado por dois *candles*, devendo o primeiro ser de baixa e, no mínimo, três vezes maior em relação ao segundo, que deve ser de alta. *Harami* é uma palavra que, antigamente, no Japão, era usada para se referir à mulher grávida. Daí a razão pela qual a imagem lembra uma mulher carregando um filho na barriga.

RE: $(PF_1 < PA_1)$; $(PA < PF)$; $(PF \leq PA_1)$; $(PF_1 \leq PA)$; $((PF - PA) < (PA_1 - PF_1))$

D: Padrão de baixa que tem semelhanças com o *Harami* de alta, porém em situações opostas. Constitui-se por dois *candles*, devendo o primeiro ser de alta e, no mínimo, três vezes maior em relação ao segundo, que deve ser de baixa.

D: Padrão de alta constituído por apenas um *candlestick*, devendo ter uma sombra (linha) apenas inferior e com duas vezes a altura do *candle*. Padrão pode dispor de uma pequena (visualmente insignificante) sombra na parte superior e a cor pode ser branca ou preta.

RE: $[(MA - ME) > 3*(PA - PF)]$; $\{[(PF - ME) / (0,001 + MA - ME)] > 0,6\}$; $\{[(PA - ME) / (0,001 + MA - ME)] > 0,6\}$

D: Padrão de baixa que tem o mesmo formato do padrão martelo, porém surge após a repetição de vários dias de alta. Não deve ter sombra superior, sendo considerado mais robusto com o corpo negro.

RE: $[(MA - ME) > 4*(PA - PF)]$; $\{[(PF - ME) / (0,001 + MA - ME)] \geq 0,75\}$; $\{[(PA - ME) / (0,001 + MA - ME)] \geq 0,75\}$

D: Padrão de alta (*Kicker* de alta) se forma após tendência de baixa quando o *candle* seguinte é de alta e tem valor de abertura igual ou superior ao *candle* de baixa anterior.

D: Esse padrão de baixa (*Kicker* de baixa) é o padrão que se contrapõe ao padrão *Kicker* de alta. O *Kicker* de baixa se forma após tendência de alta quando o *candle* seguinte é de baixa e tem valor de abertura igual ou inferior ao *candle* de alta anterior.

RE: $(PA_1 < PF_1)$; $(PA \leq PA_1)$; $(PF < PA)$

D: Padrão de baixa constituído por dois *candlesticks*, devendo o primeiro ser de baixa e o segundo deve ser de alta. Esse padrão apresenta o fechamento do segundo menor em relação à abertura do primeiro, cobrindo maior parte do *candle* anterior.

RE: $(PF_1 < PA_1)$; $\{[(PA_1 + PF_1) / 2] < PF\}$; $(PA < PF)$; $(PA < PF_1)$; $(PF < PA_1)$; $\{[(PF - PA) / (0,001 + (MA - ME))] > 0,6\}$

D: Padrão de baixa constituído por dois *candlesticks*, devendo o primeiro ser de alta e o segundo deve ser de baixa (o padrão de baixa nuvem negra contrasta com o padrão de alta linha de perfuração). O padrão nuvem negra apresenta o fechamento do segundo *candle* menor em relação à abertura do primeiro, cobrindo maior parte do *candle* anterior.

D: Padrão de alta composto pela mesma figura do padrão martelo, porém a sombra passa a ser superior e não inferior (daí o nome martelo invertido). As outras características se mantêm as mesmas do padrão martelo.

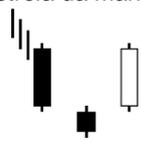
D: Padrão de baixa que apresenta o mesmo formato do padrão martelo invertido. Mas, para ser considerada uma “estrela cadente”, a figura deve aparecer após uma longa tendência de variação positiva do preço do ativo. A cor do corpo do *candle* não é tida como importante no potencial de predição do padrão.

RE: $[(MA_1 - ME_1) > 4*(PA - PF)]$; $\{[(MA - PF) / (0,001 + MA - ME)] \geq 0,75\}$; $\{[(MA - PA) / (0,001 + MA - ME)] \geq 0,75\}$

Continua...

Continuação...

Estrela da Manhã



Estrela da Noite



D: Padrão de alta constituído por três candlesticks, sendo o primeiro de baixa com grande proporção em relação ao segundo, que deve ser pequeno e baixa, e, por fim, o terceiro candle deve ser de alta. Um fator característico desse padrão é o espaço entre os preços de fechamento do primeiro e o de abertura do terceiro com o segundo.

RE: $(PA_2 > PF_2)$; $\{[(PA_2 - PF_2) / (0,001 + MA_2 - ME_2)] > 0,6\}$; $(PF_2 > PA_1)$; $(PA_1 > PF_1)$; $\{[(MA_1 - ME_1) > 3*(PF_1 - PA_1)]\}$; $(PF > PA)$; $(PA > PA_1)$

D: Padrão de baixa constituído por três *candlesticks* que aparece após períodos de alta, sendo o primeiro *candle* de alta com grande proporção em relação ao segundo, que deve ser de baixa, pequeno e com espaço em relação ao primeiro, devendo o terceiro ser de baixa e com grande proporção em relação ao segundo. No padrão estrela da noite, o preço de fechamento do terceiro deve ser muito menor em relação ao preço de fechamento do segundo *candle*.

RE: $(PF_2 > PA_2)$; $\{[(PF_2 - PA_2) / (0,001 + MA_2 - ME_2)] > 0,6\}$; $(PF_2 < PA_1)$; $(PF_1 > PA_1)$; $\{[(MA_1 - ME_1) > 3*(PF_1 - PA_1)]\}$; $(PA > PF)$; $(PA < PA_1)$

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Nison (1991), Murphy (1999), Debastiani (2007), Prado et al. (2013), Leonel e Oliveira Neto (2016), Cruz e Oliveira Neto (2018), Candlestick Forum (2019).

Nota: (D) Definição do significado e conceito do padrão, (RE) Regra Equacional do padrão candlestick, (PA) é o preço de abertura do ativo no pregão, (PF) é o preço de fechamento do ativo no pregão, (MA) é o maior preço do ativo no pregão, (ME) é o menor preço do ativo no pregão e a presença dos numerais (1, 2, 3, ..., n) representa a qual dia-pregão anterior se refere o candlestick.

Após identificar as ocorrências dos padrões *candlesticks*, foi estimada a eficácia dos mesmos em inflexão e persistência da inflexão, o que se deu também com o apoio do *software Microsoft Excel*. A inflexão de preços é avaliada no primeiro dia após a ocorrência do padrão, sendo a persistência da inflexão analisada a partir do segundo dia após a ocorrência do pregão. Neste estudo, a eficácia da persistência da inflexão é verificada em quatro dias (do segundo ao quinto dia após a ocorrência do padrão) e, se for confirmada, se caracteriza da seguinte forma: i) segundo dia – inflexão persistente leve; ii) terceiro dia – inflexão persistente moderada; iii) quarto dia – inflexão persistente forte; iv) quinto dia – inflexão persistente muito forte.

Ao todo, foram testadas 141.712 equações dentre os quatorze padrões *candlesticks* selecionados (sete altistas e sete baixistas). As regras equacionais para determinação da eficácia em inflexão e persistência da inflexão de preços dos padrões *candlesticks* altistas e baixistas são apresentadas na Tabela 3 e foram constituídas e fundamentadas, teórica e metodologicamente, nos estudos de Caginalp e Laurent (1998), Lee e Jo (1999), Fock et al. (2005), Marshall et al. (2006), Goo et al. (2007), Marshall et al. (2008), Horton (2009), Lu, Shiu e Liu (2012), Prado et al. (2013), Lu et al. (2015), Leonel e Oliveira Neto (2016), Lu e Shiu (2016), Zhu et al. (2016), Cruz e Oliveira Neto (2018), Cohen (2020), Froushany et al. (2020) e Heinz et al. (2021).

Tabela 3

Regras equacionais para identificação da eficácia em inflexão e persistência da inflexão de preços dos padrões *candlesticks* altistas e baixistas

Fenômeno – Padrão Altista	Regra Equacional da Eficácia dos Padrões Altistas
INF – Inflexão	$PF_1 > PF_0$
IPL – Inflexão persistente leve	$PF_2 \geq PF_1$; $PF_1 > PF_0$
IPM – Inflexão persistente moderada	$PF_3 \geq PF_2$; $PF_2 \geq PF_1$; $PF_1 > PF_0$
IPF – Inflexão persistente forte	$PF_4 \geq PF_3$; $PF_3 \geq PF_2$; $PF_2 \geq PF_1$; $PF_1 > PF_0$
IPMF – Inflexão persistente muito forte	$PF_5 \geq PF_4$; $PF_4 \geq PF_3$; $PF_3 \geq PF_2$; $PF_2 \geq PF_1$; $PF_1 > PF_0$
Fenômeno – Padrão Baixista	Regra Equacional da Eficácia dos Padrões Baixistas
INF – Inflexão	$PF_1 < PF_0$
IPL – Inflexão persistente leve	$PF_2 \leq PF_1$; $PF_1 < PF_0$
IPM – Inflexão persistente moderada	$PF_3 \leq PF_2$; $PF_2 \leq PF_1$; $PF_1 < PF_0$
IPF – Inflexão persistente forte	$PF_4 \leq PF_3$; $PF_3 \leq PF_2$; $PF_2 \leq PF_1$; $PF_1 < PF_0$
IPMF – Inflexão persistente muito forte	$PF_5 \leq PF_4$; $PF_4 \leq PF_3$; $PF_3 \leq PF_2$; $PF_2 \leq PF_1$; $PF_1 < PF_0$

Fonte: Elaborado pelos autores

Nota: (PF₀) preço de fechamento no dia da ocorrência do padrão; (PF₁) preço de fechamento um dia após a ocorrência do padrão; (PF₂) preço de fechamento dois dias após a ocorrência do padrão; (PF₃) preço de fechamento três dias após a ocorrência do padrão; (PF₄) preço de fechamento quatro dias após a ocorrência do padrão; (PF₅) preço de fechamento cinco dias após a ocorrência do padrão.

3.2 Hipóteses da pesquisa

Nesta seção, são apresentadas as hipóteses de pesquisa, as quais foram fundamentadas, teórica e metodologicamente, nos estudos de Caginalp e Laurent (1998), Lee e Jo (1999), Fock et al. (2005), Marshall et al. (2006), Goo et al. (2007), Marshall et al. (2008), Horton (2009), Lu et al. (2012), Prado et al. (2013), Lu et al. (2015), Leonel e Oliveira Neto (2016), Lu e Shiu (2016), Zhu et al. (2016), Cruz e Oliveira Neto (2018), Cohen (2020), Foroughany et al. (2020) e Heinz et al. (2021).

A primeira hipótese de pesquisa está relacionada ao objetivo principal do estudo que consiste em verificar a eficácia dos padrões altistas e baixistas de *candlesticks* na inflexão e na persistência da inflexão de preços nos mercados futuros do boi gordo, café arábica e milho da Brasil, Bolsa, Balcão (B3). Assim sendo, define-se a primeira hipótese de pesquisa:

H₀: os padrões altistas e baixistas de *candlesticks* são ineficazes na inflexão e na persistência de reversão de preços do boi gordo, café arábica e milho.

H₁: os padrões altistas e baixistas de *candlesticks* são eficazes na inflexão e na persistência de reversão de preços do boi gordo, café arábica e milho.

O teste para a primeira hipótese é realizado com base no indicador de eficácia do padrão (e_p) em inflexão e persistência da inflexão, sendo a equação a seguinte: $e_p = (R/O) \times 100$. Em que: e_p é o indicador de eficácia do padrão *candlestick*; R é a reversão efetivada pela inflexão ou persistência da inflexão dos preços; O é o número de ocorrências (observações) do padrão *candlestick* a partir das regras equacionais definidas para determinado padrão (Tabela 2). Ao multiplicar o resultado da equação por 100, produz-se o percentual da eficácia mensurada. O indicador de eficácia do padrão *candlestick* apresenta um resultado que vai de $e_p = 0\%$, indicando ser totalmente ineficaz, até $e_p = 100\%$, quando o padrão é caracterizado como totalmente eficaz.

Nesse sentido, ao testar a primeira hipótese, os resultados dos indicadores de eficácia foram classificados em três diferentes grupos, sendo possível, portanto, identificar três possíveis resultados, conforme exposto no Tabela 4. A classificação dos indicadores de eficácia foram embasados na conjectura teórica de Nison (1991), que aponta que todos os padrões têm mais de 50% de capacidade para prever o comportamento dos preços no mercado de ações, combinado ao pressuposto teórico-empírico dos estudos de Kellard et al. (1999), Marshall et al. (2006), Goo et al. (2007), Marshall et al. (2008), Prado et al. (2013), Leonel e Oliveira Neto (2016) e Cruz e Oliveira Neto (2018). A respeito dos indicadores de eficácia, vale ressaltar que esse são coerentes com o exposto na deliberação da Comissão de Valores Mobiliários Nº 604, que trata o termo eficácia no âmbito do retorno das operações de *hedge* no mercado de capitais brasileiro (CVM, 2018).

Tabela 4

Indicadores de eficácia dos padrões em inflexão e persistência da inflexão de preços.

Indicadores de eficácia	Definição
$e_p < 50\%$	O padrão <i>candlestick</i> é ineficaz na inflexão ou na persistência da inflexão de preços, ou seja, apresenta nível de eficácia abaixo do considerado aceitável.
$50\% \geq e_p < 75\%$	O padrão <i>candlestick</i> apresenta eficácia satisfatória (aceitável) na inflexão ou na persistência da inflexão de preços.
$e_p \geq 75\%$	O padrão <i>candlestick</i> é altamente eficaz na inflexão ou na persistência da inflexão de preços.

Fonte: Elaborado pelos autores. Nota: e_p é o indicador de eficácia do padrão *candlestick*.

A segunda hipótese de pesquisa foi constituída a partir do seguinte objetivo específico: comparar a eficácia dos padrões *candlesticks*, tanto de alta quanto de baixa, entre os mercados futuros do boi gordo, café arábica e milho. Assim sendo:

H₀: não existem diferenças estatisticamente significativas entre a eficácia dos padrões altistas e baixistas de *candlesticks* em inflexão e persistência da inflexão de preços do boi gordo, café arábica e milho.

H₁: existem diferenças estatisticamente significativas entre a eficácia dos padrões altistas e baixistas de *candlesticks* em inflexão e persistência da inflexão de preços do boi gordo, café arábica e milho.

A segunda hipótese de pesquisa teve como base para testar a rejeição ou não rejeição o teste *t* para verificação da igualdade das diferenças entre amostras independentes ao nível de 5% de significância estatística. Nesse caso, o teste *t* foi aplicado, comparando os grupos de amostras independentes, as quais foram agrupadas por mercados (boi gordo, café arábica e milho) e padrões (altistas e baixistas). Assim, foram formados três grupos com padrões altistas, sendo eles: o grupo de padrões altistas no mercado do boi gordo (BGI), o grupo de padrões altistas no mercado do café arábica (ICF) e o grupo de padrões altistas no mercado do milho (CCM). Posteriormente, comparou-se se as diferenças em eficácia são estatisticamente significativas. Esse mesmo procedimento foi adotado para os três grupos de padrões baixistas nos mercados do boi gordo, do café arábica e do milho. Complementarmente, foi aplicado o teste de Levene com o intuito de averiguar a homogeneidade das variâncias.

Ao testar a segunda hipótese, os resultados apresentam duas situações distintas. Para $e_{pX} = e_{pY}$, as diferenças em eficácia dos padrões *candlesticks* altistas e baixistas entre os mercados do boi gordo, café arábica e milho são estatisticamente iguais a zero. Para $e_{pX} \neq e_{pY}$, as diferenças em eficácia dos padrões *candlesticks* altistas e baixistas entre os mercados do boi gordo, café arábica e milho são estatisticamente diferentes de zero. Em que: e_{pX} representa a eficácia dos padrões de alta do mercado X e e_{pY} representa a eficácia dos padrões de alta de outro mercado, ou seja, no mercado Y. Em seguida, quando verificadas as eficácias dos padrões de baixa, e_{pX} representa a eficácia dos padrões de baixa do mercado X e e_{pY} representa a eficácia do padrão de baixa de outro mercado, ou seja, no mercado Y.

A terceira hipótese de pesquisa foi constituída a partir do seguinte objetivo específico: comparar as diferenças entre eficácia dos padrões *candlesticks* altistas e baixistas dentro dos mercados futuros do boi gordo, café arábica e milho. Assim sendo:

H₀: não existem diferenças estatisticamente significativas entre as eficácias dos padrões *candlesticks* altistas e baixistas em inflexão e persistência da inflexão de preços nos mercados futuros do boi gordo, café arábica e milho.

H₁: existem diferenças estatisticamente significativas entre as eficácias dos padrões *candlesticks* altistas e baixistas em inflexão e persistência da inflexão de preços nos mercados futuros do boi gordo, café arábica e milho.

Em se tratando da terceira hipótese de pesquisa, também foi utilizado o teste *t* para verificação da igualdade das diferenças entre amostras independentes. Nesse caso, as amostras independentes comparadas por mercado específico foram as dos grupos de padrões altistas e baixistas. Em complemento, foram seguidos os procedimentos do teste de hipótese anterior, aplicando-se o teste de Levene para verificação da homogeneidade das variâncias.

Dessa forma, ao testar a terceira hipótese, os resultados apresentam duas situações distintas. Para $e_{pX} = e_{pY}$, as diferenças em eficácia dos padrões *candlesticks* correspondentes inversos altistas e baixistas são estatisticamente iguais a zero em um mercado específico (boi gordo, café arábica ou milho). Para $e_{pX} \neq e_{pY}$, as diferenças em eficácia dos padrões *candlesticks* correspondentes inversos altistas e baixistas são estatisticamente diferentes de zero em um mercado específico (boi gordo, café arábica ou milho). Por sua vez, e_{pX} representa a eficácia dos padrões de alta de um mercado específico (boi gordo, café arábica ou milho) e e_{pY} representa a eficácia dos padrões de baixa do mesmo mercado específico avaliado.

Os testes estatísticos referentes à verificação da significância das diferenças das eficácias dos padrões *candlesticks* altistas e baixistas em inflexão e persistência de reversão de preços, que

constituem a segunda e a terceira hipótese de pesquisa, foram realizados com apoio do *software* SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*). A escolha do teste *t* e teste de Levene ocorreu pelo fato de as amostras serem independentes e devido, inclusive, aos espectros temporais diferentes (periodicidade dos dados).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise da eficácia dos padrões *candlesticks* na inflexão e na persistência da inflexão de preços dos mercados futuros do boi gordo, café arábica e milho

Os resultados para os testes da primeira hipótese de pesquisa são demonstrados na Tabela 5. Os testes de eficácia da inflexão, ou seja, aqueles realizados no primeiro dia após a ocorrência do padrão, apontam para a não rejeição de H_1 , pois o indicador de eficácia dos padrões ficou entre 50% e 75%, o que representa eficácia satisfatória. Esse resultado foi específico para dez padrões *candlesticks* (cinco altistas e cinco baixistas) no mercado futuro do boi gordo, sendo eles: os padrões altistas – engolfo de alta, *harami* de alta, martelo, martelo invertido e estrela da manhã; e os padrões baixistas – engolfo de baixa, enforcado, *kicker* de baixa, nuvem negra e estrela cadente. Nesse grupo de padrões *candlesticks*, destaca-se a presença dos padrões *candlesticks* correspondentes inversos de alta e baixa (engolfo de alta x engolfo de baixa, martelo x enforcado e martelo invertido x estrela cadente). Para os demais padrões *candlesticks*, cujo indicador de eficácia ficou abaixo de 50%, refuta-se a H_1 , indicando que tais padrões são ineficazes na inflexão de preços futuro do boi gordo, isto é, os padrões altistas, *kicker* de alta e linha de perfuração, e dois baixistas, *harami* de baixa e estrela da noite, são ineficazes para prever a reversão da direção do preço futuro do boi gordo um dia após a ocorrência do padrão.

Após verificar a eficácia de dez padrões na inflexão de preço futuro do boi gordo, o passo seguinte foi analisar se tais padrões são eficazes na persistência da inflexão. Sendo assim, a primeira hipótese foi novamente testada, porém no segundo, terceiro, quarto e quinto dia após a ocorrência do padrão. Os resultados (Tabela 5) apontam para a rejeição da H_1 para nove padrões *candlesticks* no mercado futuro do boi gordo, uma vez que o índice de eficácia ficou abaixo de 50%. Isso significa que os padrões *candlesticks* não são eficazes na persistência da inflexão dos preços do segundo ao quinto dia após a ocorrência do padrão. A exceção foi o padrão altista estrela da manhã, visto que não houve rejeição da H_1 , uma vez que o índice de eficácia ficou entre 50% e 75% no segundo e terceiro dia de pregão após a ocorrência do padrão, demonstrando eficácia satisfatória. Esse resultado indica a persistência da reversão do preço no segundo (inflexão persistente leve) e terceiro (inflexão persistente moderada) dia de pregão após a ocorrência do padrão, tendo sido essa persistência cessada no quarto dia. Portanto, no quarto e quinto dia de pregão, o padrão altista estrela da manhã demonstrou não ser eficaz na persistência da inflexão do preço futuro do boi gordo, rejeitando-se a H_1 . Além disso, vale ressaltar que nenhum dos padrões *candlesticks* altistas e baixistas se mostrou altamente eficaz ($e_p \geq 75\%$) em inflexão e persistência de reversão dos preços no mercado futuro do boi gordo.

Ao analisar o mercado futuro do café arábica, os testes de eficácia em inflexão (Tabela 5) apontaram para a não rejeição da H_1 , pois o índice de eficácia ficou entre 50% e 70% para treze padrões *candlesticks* (seis altistas e sete baixistas), indicando uma eficácia satisfatória. Nesse grupo de padrões *candlesticks*, destaca-se a presença dos padrões *candlesticks* correspondentes inversos de alta e baixa (*harami* de alta x *harami* de baixa, martelo x enforcado, *kicker* de alta x *kicker* de baixa, linha de perfuração x nuvem negra, martelo invertido x estrela cadente e estrela da manhã x estrela da noite). No mercado futuro do café arábica, a exceção ficou por conta do padrão *candlestick* engolfo de alta, indicando o resultado do teste de eficácia para inflexão a rejeição da H_1 , mostrando que esse padrão específico é ineficaz na inflexão de preço.

Uma vez constatada a eficácia dos treze padrões *candlesticks* para o mercado do café arábica, conforme já mencionado, na sequência, ao verificar a persistência da inflexão de preços, rejeitou-se a H_1 para dez padrões *candlesticks*, ou seja, o índice de eficácia ficou abaixo de 50%. Portanto, a inflexão dos preços identificada se resumiu ao primeiro dia após a ocorrência do padrão, não persistindo nos quatro pregões seguintes. Entretanto, no que tange à persistência de inflexão de

preços para o padrão altista linha de perfuração e os padrões baixistas nuvem negra e estrela da noite, a H_1 não foi rejeitada, pois o índice de inflexão ficou entre 50% e 75%, indicando eficácia moderada dos padrões na persistência da inflexão do preço no segundo dia de pregão após a ocorrência do padrão (inflexão persistente leve). A persistência de inflexão de preços foi cessada no segundo dia para os padrões baixistas nuvem negra e estrela da noite (inflexão persistente leve) e, no terceiro dia, para o padrão altista linha de perfuração (inflexão persistente moderada), com o índice de eficácia abaixo de 50%, sugerindo a rejeição de H_1 .

Excepcionalmente, apenas o padrão *candlestick* baixista estrela da noite se mostrou altamente eficaz (com o índice acima de 75%) na inflexão e persistência da inflexão de preços no mercado futuro do café arábica. No caso do padrão *candlestick* baixista estrela da noite, é importante considerar a complexidade da sua formação, uma vez que esse padrão é constituído por três *candlesticks* que aparecem após períodos de alta, sendo o primeiro *candle* de alta com grande proporção em relação ao segundo, que deve ser de baixa, pequeno e com espaço em relação ao primeiro, devendo o terceiro ser de baixa e com grande proporção em relação ao segundo. Além disso, o preço de fechamento do terceiro deve ser muito menor em relação ao preço de fechamento do segundo *candle*, o que limita ainda mais sua consecução.

Dando sequência à análise dos resultados acerca da eficácia dos padrões na inflexão de preços (Tabela 5), foi verificada a não rejeição da H_1 para doze padrões *candlesticks* (sete altistas e cinco baixistas) no mercado futuro do milho, para os quais o índice de eficácia ficou entre 50% e 75%. Nesse grupo de padrões *candlesticks* eficazes em inflexão, destaca-se a presença dos padrões *candlesticks* correspondentes inversos de alta e baixa (engolfo de alta x engolfo de baixa, *harami* de alta x *harami* de baixa, martelo x enforcado, *kicker* de alta x *kicker* de baixa, linha de perfuração x nuvem negra), além dos padrões altistas martelo invertido e estrela da manhã. Ao verificar a persistência da inflexão de preços para os doze padrões *candlesticks*, o índice abaixo de 50% sugere a rejeição de H_1 , mostrando que tais padrões não são eficazes na persistência da inflexão de preços, ou seja, a inflexão identificada para os doze padrões *candlesticks* no mercado futuro do milho se resumiu ao primeiro dia após a ocorrência do padrão, não persistindo a reversão dos preços nos quatro pregões seguintes.

Exclusivamente, apenas o padrão *candlestick* altista estrela da manhã se mostrou altamente eficaz (com o índice acima de 75%) em inflexão no mercado futuro do milho. No caso do padrão *candlestick* estrela da manhã, é importante considerar a complexidade da sua formação, uma vez que esse padrão é constituído por três *candles*, sendo o primeiro de baixa com grande proporção em relação ao segundo, que deve ser pequeno e indiferente (alta ou baixa), e com o terceiro *candle* sendo obrigatoriamente de alta. O espaço entre os preços, de fechamento do primeiro e o de abertura do terceiro com o segundo, torna ainda mais difícil a ocorrência do padrão estrela da manhã.

No mercado futuro do milho, as exceções ficaram por conta dos padrões *candlesticks* baixistas estrela cadente e estrela da noite, indicando os resultados dos testes de eficácia a rejeição de H_1 com índice abaixo de 50%, evidenciando-os como ineficazes em inflexão.

A respeito dos padrões *candlesticks* de alta e baixa, destaca-se a eficácia satisfatória em inflexão para os mercados do boi gordo, café arábica e milho dos padrões correspondentes inversos (martelo x enforcado). Vale ressaltar também que quatro padrões *candlesticks* altistas (*harami* de alta, martelo, martelo invertido e estrela da manhã) e quatro padrões *candlesticks* baixistas (engolfo de baixa, enforcado, *kicker* de baixa e nuvem negra) atingiram eficácia satisfatória em inflexão para todos os mercados em estudo.

Os resultados da presente pesquisa em relação às ocorrências dos padrões *candlesticks* e suas respectivas inflexões e persistências da inflexão de preços nos mercados do boi gordo, café arábica e milho foram confrontados com as ocorrências de outros estudos que embasaram a problematização teórica, metodológica e empírica apresentada na introdução do presente artigo. Sinteticamente, os resultados da Tabela 5 corroboram a eficácia dos padrões *candlesticks* no que tange à inflexão (reversão do preço no primeiro dia após a ocorrência do padrão) nos mercados de ações brasileiro, chinês, coreano e iraniano, conforme apontado nos estudos de Lee e Jo (1999), Lu et al. (2012), Lu (2014), Leonel e Oliveira Neto (2016), Tharavanij et al. (2017), Cruz e Oliveira Neto (2018) e Foroushany et al. (2020).

Tabela 5

Eficácia percentual (%) dos padrões *candlesticks* altistas e baixistas por inflexão e nível de persistência da inflexão de preços para os mercados futuros do boi gordo, café arábica e milho.

Padrão <i>Candlestick</i>	NO			INF			IPL			IPM			IPF			IPMF			
	BGI	ICF	CCM	BGI	ICF	CCM	BGI	ICF	CCM	BGI	ICF	CCM	BGI	ICF	CCM	BGI	ICF	CCM	
Altista	EA	88	53	76	52,3	45,3	52,6	30,7	17,0	35,5	13,6	15,1	19,7	10,2	3,8	10,5	4,5	3,8	3,9
	HA	78	52	58	56,4	55,8	69,0	38,5	28,8	39,7	20,5	7,7	17,2	11,5	3,8	6,9	9,0	1,9	3,4
	MA	536	854	560	52,2	50,5	57,7	28,7	27,4	34,5	14,6	13,9	20,5	8,4	6,8	11,6	5,0	4,0	6,6
	KA	51	20	45	49,0	65,0	55,6	33,3	30,0	28,9	23,5	20,0	20,0	13,7	20,0	13,3	7,8	20,0	13,3
	LP	14	9	15	35,7	55,6	66,7	28,6	55,6	40,0	7,1	55,6	33,3	0,0	22,2	26,7	0,0	0,0	13,3
	MI	133	267	132	53,4	54,7	53,0	24,8	28,1	28,8	11,3	13,5	12,9	5,3	7,9	6,1	3,8	3,7	1,5
	EM	4	4	1	50,0	100	100	50,0	25,0	0,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Baixista	EB	72	52	70	50,0	50,0	65,7	20,8	19,2	45,7	11,1	11,5	21,4	4,2	9,6	15,7	0,0	3,8	8,6
	HB	101	51	62	48,5	51,0	54,8	25,7	21,6	25,8	11,9	7,8	17,7	5,9	3,9	9,7	5,9	2,0	8,1
	EF	101	158	79	60,4	53,2	57,0	29,7	27,8	31,6	11,9	16,5	19,0	5,0	7,0	8,9	3,0	4,4	2,5
	KB	61	38	46	57,4	60,5	65,2	36,1	36,8	45,7	21,3	7,9	30,4	3,3	7,9	13,0	1,6	2,6	4,3
	NN	9	8	7	55,6	62,5	57,1	44,4	50,0	0,0	11,1	37,5	0,0	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	EC	64	116	46	51,6	55,2	45,7	29,7	24,1	21,7	15,6	15,5	8,7	7,8	8,6	4,3	3,1	3,4	2,2
	EN	4	1	3	25,0	100	33,3	25,0	100	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota 1: (BGI) boi gordo; (ICF) café arábica; (CCM) milho; (NO) número de ocorrências do padrão; (INF) inflexão; (IPL) inflexão persistente leve; (IPM) inflexão persistente moderada; (IPF) inflexão persistente forte; e (IPMF) inflexão persistente muito forte.

Nota 2: (EA) Engolfo de alta; (HA) *Harami* de alta; (MA) Martelo; (KA) *Kicker* de alta; (LP) Linha de perfuração; (MI) Martelo invertido; (EM) Estrela da manhã; (EB) Engolfo de baixa; (HB) *Harami* de baixa; (EF) Enforcado; (KB) *Kicker* de baixa; (NN) Nuvem negra; (EC) Estrela cadente; e (EN) Estrela da noite.

Nota 3: (valores sem *) significa que o padrão *candlestick* é ineficaz na inflexão ou na persistência da inflexão de preços, ou seja, apresenta nível de eficácia abaixo do considerado aceitável $ep < 50\%$; (valores com *) significa que o padrão *candlestick* apresenta eficácia satisfatória (aceitável) na inflexão ou na persistência da inflexão de preços, pois $50\% \geq ep < 75\%$; (valores com **) significa que o padrão *candlestick* é altamente eficaz na inflexão ou na persistência da inflexão de preços, pois $ep \geq 75\%$.

Entretanto, ao reportar os resultados da persistência da inflexão de preços nos mercados do boi gordo, café arábica e milho, é importante ressaltar que esses apontam para a ineficácia dos padrões *candlesticks*. Esse achado é consoante com os das investigações de Marshall et al. (2006), Marshall et al. (2008), Horton (2009), Duvinage et al. (2013) e Cohen (2020), que tiveram como objeto de estudo os mercados de ações norte-americano e japonês. Esses estudos evidenciaram a ineficácia dos padrões *candlesticks* no que tange à persistência da inflexão de preços. Nesse âmbito, destacam-se exceções, sendo elas: (i) o padrão altista estrela da manhã no mercado do boi gordo, cuja eficácia em persistência da inflexão atingiu o terceiro dia após a ocorrência do padrão, indicando alcance de inflexão persistente moderada; e (ii) os padrões correspondentes inversos linha de perfuração e nuvem negra (altista e baixista, respectivamente) e o padrão baixista estrela da noite, todos no mercado do café arábica, cujas persistências das inflexões de preços foram observadas no segundo dia após a ocorrência dos padrões, atingindo o nível de inflexão persistente leve. Nesse caso, apenas o padrão linha de perfuração persistiu até o terceiro dia pós-facto, alcançando o nível de inflexão persistente moderada.

4.2 Análise da eficácia dos padrões *candlesticks* na inflexão e na persistência da inflexão de preços entre e dentro dos mercados futuros do boi gordo, café arábica e milho

Os resultados relacionados à segunda e terceira hipóteses são apresentados nas Tabelas 6 e 7 e se referem aos testes *t* para igualdade das diferenças das eficácias dos padrões *candlesticks* de alta e baixa entre (segunda hipótese) e dentro dos (terceira hipótese) mercados do boi gordo, café arábica e milho.

Ao verificar os resultados para os testes da segunda hipótese expostos na Tabela 6, nota-se que esses indicam não haver evidências de existência de diferenças estatisticamente significativas entre a eficácia dos padrões altistas e baixistas de *candlesticks* em inflexão e persistência de reversão de preços do boi gordo, café arábica e milho. Em resumo, os resultados dos testes da segunda hipótese apontam para a rejeição de H_1 , concluindo-se que as diferenças em eficácia dos padrões *candlesticks* altistas e baixistas entre os mercados do boi gordo, café arábica e milho são estatisticamente iguais a zero. Complementarmente, rejeita-se a diferença entre as variâncias pelo teste de Levene.

Tabela 6

Teste *t* para igualdade de médias das eficácias dos padrões *candlesticks* altistas e baixistas em inflexão e persistência da inflexão de preços entre os mercados futuros do boi gordo, café arábica e milho.

Teste de Hipóteses		Variável X		Variável Y		Teste <i>t</i>		Teste Levene	
Se $X = Y$, rejeita-se H_1	Se $X \neq Y$, não rejeita-se H_1	MD	DP	MD	DP	<i>t</i>	Sig	Z	Sig
$e_{pBGI_Alta} = e_{pICF_Alta}$	$e_{pBGI_Alta} \neq e_{pICF_Alta}$	22,96	19,01	24,64	24,05	-0,324*	0,747	0,721	0,399
$e_{pBGI_Baixa} = e_{pICF_Baixa}$	$e_{pBGI_Baixa} \neq e_{pICF_Baixa}$	20,22	19,31	25,34	27,26	-0,908*	0,367	3,024	0,087
$e_{pBGI_Alta} = e_{pCCM_Alta}$	$e_{pBGI_Alta} \neq e_{pCCM_Alta}$	22,96	19,01	25,80	24,03	-0,548*	0,586	0,833	0,365
$e_{pBGI_Baixa} = e_{pCCM_Baixa}$	$e_{pBGI_Baixa} \neq e_{pCCM_Baixa}$	20,22	19,31	20,69	21,37	-0,096*	0,924	0,409	0,525
$e_{pICF_Alta} = e_{pCCM_Alta}$	$e_{pICF_Alta} \neq e_{pCCM_Alta}$	24,64	24,05	25,80	24,03	-0,202*	0,841	0,002	0,965
$e_{pICF_Baixa} = e_{pCCM_Baixa}$	$e_{pICF_Baixa} \neq e_{pCCM_Baixa}$	25,34	27,26	20,69	21,37	0,796*	0,429	1,396	0,242

Fonte: Dados da pesquisa

Nota 1: (BGI) boi gordo; (ICF) café arábica; (CCM) milho; (X) primeira variável em teste e_{pX} ; e (Y) segunda variável em teste e_{pY} .

Nota 2: (*) Rejeita-se H_1 ; (MD) média amostral; (DP) desvio padrão; (X) primeira variável do teste de hipóteses; e (Y) segunda variável do teste de hipóteses.

Nota 3: ($e_{pX_Alta} = e_{pY_Alta}$) as diferenças em eficácia dos padrões *candlesticks* altistas entre os mercados do boi gordo, café arábica e milho são estatisticamente iguais a zero; ($e_{pX_Alta} \neq e_{pY_Alta}$) as diferenças em eficácia dos padrões *candlesticks* altistas entre os mercados do boi gordo, café arábica e milho são estatisticamente diferentes de zero; ($e_{pX_Baixa} = e_{pY_Baixa}$) as diferenças em eficácia dos padrões *candlesticks* baixistas entre os mercados do boi gordo, café arábica e milho são estatisticamente iguais a zero; e ($e_{pX_Baixa} \neq e_{pY_Baixa}$) as diferenças em eficácia dos padrões *candlesticks* baixistas entre os mercados do boi gordo, café arábica e milho são estatisticamente diferentes de zero.

Os resultados dos testes da terceira hipótese revelados na Tabela 7 indicam que não foram encontradas evidências de existência de diferenças estatisticamente significativas dentre as eficácias dos padrões *candlesticks* altistas e baixistas em inflexão e persistência da inflexão de preços no mercado futuro (específico) do boi gordo, café arábica e milho. Assim, como resultado dos testes da terceira hipótese, a H_1 foi rejeitada, concluindo-se que as diferenças em eficácia dos padrões *candlesticks* correspondentes inversos altistas e baixistas são estatisticamente iguais a zero em um mercado específico (boi gordo, café arábica ou milho). Em complemento, conclui-se também pela homogeneidade das variâncias pelo teste de Levene.

Tabela 7

Teste *t* para igualdade de médias das eficácias dos padrões *candlesticks* altistas e baixistas em inflexão e persistência da inflexão de preços nos mercados futuros do boi gordo, café arábica e milho

Teste de Hipóteses		Variável X		Variável Y		Teste <i>t</i>		Teste Levene	
Se $X = Y$, rejeita-se H_1	Se $X \neq Y$, não rejeita-se H_1	MD	DP	MD	DP	<i>t</i>	Sig	Z	Sig
$e_{pBGI_Alta} = e_{pBGI_Baixa}$	$e_{pBGI_Alta} \neq e_{pBGI_Baixa}$	22,96	19,01	20,22	19,31	0,599*	0,551	0,031	0,860
$e_{pICF_Alta} = e_{pICF_Baixa}$	$e_{pICF_Alta} \neq e_{pICF_Baixa}$	24,64	24,05	25,34	27,26	-0,115*	0,909	0,570	0,453
$e_{pCCM_Alta} = e_{pCCM_Baixa}$	$e_{pCCM_Alta} \neq e_{pCCM_Baixa}$	25,80	24,03	20,69	21,37	0,940*	0,350	0,187	0,667

Fonte: Dados da pesquisa

Nota 1: (BGI) boi gordo; (ICF) café arábica; (CCM) milho; (X) primeira variável em teste e_{pX} ; e (Y) segunda variável em teste e_{pY} .

Nota 2: () Rejeita-se H_1 ; (MD) média amostral; (DP) desvio padrão; (X) primeira variável do teste de hipóteses; e (Y) segunda variável do teste de hipóteses.

Nota 3: ($e_{pX} = e_{pY}$) as diferenças em eficácia dos padrões *candlesticks* correspondentes inversos altistas e baixistas são estatisticamente iguais a zero em um mercado específico (boi gordo, café arábica ou milho); ($e_{pX} \neq e_{pY}$) as diferenças em eficácia dos padrões *candlesticks* correspondentes inversos altistas e baixistas são estatisticamente diferentes de zero em um mercado específico (boi gordo, café arábica ou milho).

Em suma, os resultados dos testes *t* para verificar igualdade das diferenças das eficácias dos padrões *candlesticks* de alta e baixa entre os (segunda hipótese) e dentro dos (terceira hipótese)

mercados do boi gordo, café arábica e milho permitem concluir que não existem, entre os padrões *candlesticks* altistas e baixistas, diferenças estatisticamente significantes em eficácias por inflexões e persistências da inflexão de preços nos mercados estudados.

Ao confrontar esses resultados com os de outros estudos, destaca-se que esses contrapõem as diferenças em eficácia em inflexão e persistência da inflexão de preços. Mais precisamente, os resultados em inflexão (um dia após a ocorrência do padrão) indicaram que os padrões, em sua maioria, são eficazes e, portanto, diferentes dos achados de pesquisas que tiveram como objeto de análise os mercados de ações norte-americano (Marshall et al., 2006; Horton, 2009; Duvinage et al., 2013; Cohen, 2020) e japoneses (Marshall et al., 2008) que, tecnicamente, evidenciaram os padrões *candlesticks* como ineficazes.

Entretanto, os resultados da presente pesquisa corroboram os de investigações que tiveram como objeto de análise mercados de países caracterizados como emergentes ou em desenvolvimento, como é o caso dos mercados de ações brasileiro (Leonel & Oliveira Neto, 2016; Cruz & Oliveira Neto, 2018), coreano (Lee & Jo, 1999), iraniano (Tharavanij et al., 2017) e tailandês (Lu et al., 2012; Lu, 2014), em que foram encontradas evidências de eficácia para vários padrões *candlesticks* altistas e baixistas. Além disso, os resultados da pesquisa permitem concluir que, para os mercados futuros do boi gordo, café arábica e milho, que são importantes mercados de commodities agropecuárias brasileiras, não foram encontrados indícios de diferenças estatisticamente significativas entre os mercados no que diz respeito à eficácia de inflexão e persistência de reversão de preços dos padrões *candlesticks* altistas e baixistas.

5 CONCLUSÕES

O objetivo do presente estudo consistiu em verificar a eficácia dos padrões altistas e baixistas de *candlesticks* na inflexão e na persistência da inflexão de preços nos mercados futuros do boi gordo, café arábica e milho da Brasil, Bolsa, Balcão (B3). Os resultados permitiram concluir que, nos mercados futuros agropecuários da B3, mais de 70% dos padrões *candlesticks* apresentaram-se como eficazes em inflexão de preços (reversão do preço um dia após a ocorrência do padrão) no mercado futuro do boi gordo e mais de 85% dos padrões *candlesticks* evidenciaram-se como eficazes em inflexão de preços para os mercados futuros do café arábica e milho.

Em seguida, ao testar se esses padrões *candlesticks* são eficazes na persistência da inflexão de preços (continuação da reversão do preço da direção do preço a partir do segundo dia após a ocorrência do padrão *candlestick*), concluiu-se que a eficácia cai consideravelmente nos mercados agropecuários pesquisados. A eficácia da persistência da inflexão de preços dos padrões *candlesticks* foi constatada no terceiro dia (inflexão persistente moderada) apenas para dois padrões *candlesticks*, o que corresponde a menos de 10% do total de padrões *candlesticks* avaliados para os mercados agropecuários da B3 em estudo. Trata-se dos padrões altistas estrela da manhã, no mercado futuro do boi gordo, e linha de perfuração, no mercado futuro do café arábica. Entretanto, evidenciou-se que ambos os padrões *candlesticks* altistas, estrela da manhã e linha de perfuração, tiveram a persistência da inflexão cessada no quarto dia após a ocorrência desses padrões nos mercados futuros do boi gordo e café arábica, respectivamente.

Diante dessas constatações, pode-se concluir que a eficácia dos padrões *candlesticks* nos mercados futuros do boi gordo, café arábica e milho da B3 é atingida, na maioria dos casos, apenas na inflexão do preço (um dia após a ocorrência do padrão), sendo em quase sua completude ineficaz em termos de persistência de inflexão de preços nos mercados futuros agropecuários da B3 analisados. Na prática, os achados permitem concluir que os padrões *candlesticks* pesquisados podem ser utilizados pelos tomadores de decisões, considerando o perfil de risco desses agentes (*traders*, *hedgers* ou especuladores), apenas para aquelas com horizonte de um dia após a ocorrência dos padrões, não sendo indicado manter posição pós-inflexão de preços, ou seja, a partir do segundo dia após a ocorrência do padrão.

Na sequência, comparada a eficácia dos padrões *candlesticks* nos mercados futuros do boi gordo, café arábica e milho, concluiu-se pela não existência de diferenças estatisticamente significativas entre a eficácia dos padrões altistas e baixistas de *candlesticks* em inflexão e a

persistência de inflexão de preços nos mercados estudados. Esse resultado conflita com os achados de outros estudos científicos, que apontaram diferenças em eficácia de padrões *candlesticks* entre mercados de ações de países desenvolvidos, como o norte-americano e o japonês (Marshall et al., 2006; Marshall et al., 2008; Horton, 2009; Duvintage et al., 2013; Cohen, 2020). O resultado também é divergente das descobertas de pesquisas em mercados de países categorizados temporalmente como emergentes, como é o caso dos mercados de ações brasileiro, chinês, iraniano e tailandês (Lu et al., 2012; Lu, 2014; Leonel & Oliveira Neto, 2016; Zhu et al., 2016; Tharavanij et al., 2017; Cruz & Oliveira Neto, 2018; Foroushany et al., 2020).

Ao considerar os resultados da pesquisa para os três mercados agropecuários avaliados (boi gordo, café arábica e milho), na prática, conclui-se que os tomadores de decisão, independentemente do perfil de risco (*traders*, *hedgers* ou especuladores), provavelmente, não conseguirão lucros em pregões diários consecutivos (ocorridos nos dias úteis seguintes) a partir de decisões tomadas exclusivamente pelo uso de padrões *candlesticks*, isto é, a partir da decisão por persistir em determinado posicionamento (comprado ou vendido), com base nessa ferramenta de análise técnica, nos mercados futuros do boi gordo, café arábica e milho da B3.

Posteriormente, ao comparar as diferenças quanto à eficácia dos padrões *candlesticks* altistas e baixistas dentro dos mercados futuros do boi gordo, café arábica e milho, ou seja, em cada um dos mercados em específico, concluiu-se pela não existência de diferenças estatisticamente significativas dentre as eficácias dos padrões *candlesticks* correspondentes altistas e baixistas em inflexão e persistência de inflexão de preços. Na perspectiva da literatura, essa foi uma das contribuições do presente estudo, uma vez que essa avaliação permitiu concluir que, em teoria, os padrões *candlesticks* correspondentes inversos altistas e baixistas não apresentam diferença em eficácia, o que, na prática, indica que os agentes tomadores de decisões nos mercados futuros do boi gordo, café arábica e milho não apresentaram diferenças em termos de resultados (ou lucratividade), optando por decisões tomadas a partir de padrões *candlesticks* altistas ou baixistas correspondentes inversos.

Apesar de os resultados da pesquisa apresentarem importante carga informacional decisória, a pesquisa também apresenta limitações, como, por exemplo, a não observação da eficácia dos padrões no pregão diário de negociação (*intraday*). O estudo também não é conclusivo no âmbito dos mercados agropecuários, uma vez que a complexidade das cadeias produtivas do agronegócio pode, hipoteticamente, permitir que lucros sejam conseguidos por agentes a partir do uso de outras técnicas e métodos de análise.

Diante do avanço da análise técnica, das limitações que podem ser elencadas aos padrões *candlesticks* e da importância da comparação da eficácia desses com outros métodos de análise, sugere-se, para estudos futuros, a aplicação de outros instrumentos analíticos, incluindo-se modelos de séries temporais (como os de médias móveis e os de suavizações exponenciais) e, também, as redes neurais que, tecnicamente, empregam maior esforço computacional, mas que, hipoteticamente, poderiam elevar a capacidade de previsão. Ao fim, com o intuito de contribuir para o avanço da pesquisa sobre a temática abordada neste estudo, sugere-se também que a eficácia dos padrões *candlesticks* seja avaliada em outros mercados de commodities agropecuárias e não agropecuárias, ou seja, além dos tradicionais estudos em mercados de ações (dominantes no contexto da literatura).

REFERÊNCIAS:

Amoroso, E. D. (2011). Utilização de ferramentas tecnológicas como instrumento de aprendizagem para o investidor do mercado de ações. *Universitas Gestão e TI*, 1(1), 31-147. 10.5102/un.gti.v1i1.1051

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES – ABIEC. (2021, 10 de agosto). Exportações. <http://abiec.com.br/exportacoes>.

BRASIL, BOLSA, BALCÃO – B3. (2022, 3 de março). Resumo de Operações. http://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/servicos-de-dados/market-data/consultas/mercado-de-derivativos/resumo-das-operacoes/estatisticas/

- Caginalp, G., & Laurent, H. (1998). The predictive power of price patterns. *Applied Mathematical Finance*, 5(3-4), 181-205. <https://sites.pitt.edu/~caginalp/Paper65.pdf>
- PCF (personal criteria formulas) for telechart software, (2019, 3 de setembro). *CANDLESTICK FORUM*. <https://candlestickforum.com/pcf-personal-criteria-formulas-for-telechart-software/>
- Chin, C-L., Jais, M., Balia, S. S., & Tinggi, M. (2017, 20 e 22 de novembro). *Is candlestick continuation patterns applicable in Malaysian stock market?* 17th Annual Conference of the Asian Academic Accounting Association, Kuching, Sarawak. 10.1051/ SHS Web of Conferences 34, shsconf/20173407009
- Cohen, G. (2020). Best candlesticks pattern to trade stocks. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 10(2), 256-261. <https://doi.org/10.32479/ijefi.9298>
- Instrução CVM 604. (2018, 13 de dezembro). *COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS – CVM*. <http://conteudo.cvm.gov.br/legislacao/instrucoes/inst604.html>
- Cruz, M. M., & Oliveira Neto, O. J. (2018). Eficiência dos principais padrões baixistas de candlesticks no mercado de ações brasileiro. *Revista de Auditoria, Governança e Contabilidade - RAGC*, 6(26), 89-105. <http://www.fucamp.edu.br/editora/index.php/ragc/article/view/1680>
- Debastiani, C. A. (2007). *Candlestick: um método para ampliar lucros na bolsa de valores*. Novatec.
- Duvinage, M., Mazza, P., & Petitjean, M. (2013). The intra-day performance of market timing strategies and trading systems based on Japanese candlesticks. *Quantitative Finance*, 13(7), 1059-1070. <https://doi.org/10.1080/14697688.2013.768774>
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. (2021, 2 de novembro). Brasil é o quarto maior produtor de grãos e o maior exportador de carne bovina do mundo. <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/62619259/brasil-e-o-quarto-maior-produtor-de-graos-e-o-maior-exportador-de-carne-bovina-do-mundo-diz-estudo>.
- Fliess, N. M., & Macdonald, R. (2002). Towards the fundamentals of technical analysis: analysing the information content of high, low and close prices. *Economic Modelling*, 19(3), 353-374. [https://doi.org/10.1016/S0264-9993\(01\)00067-0](https://doi.org/10.1016/S0264-9993(01)00067-0)
- Fock, J. H., Klein, C., & Zwergel, B. (2005). Performance of candlestick analysis on intraday futures data. *The Journal of Derivatives*, 13(1), 28-40. <https://doi.org/10.3905/jod.2005.580514>
- Foroushany, M. P., Erzae, A. H., Salehi, M. & Salehi, A. (2020). Trades return based on candlestick charts in Tehran stock exchange. *Financial Research Journal*, 22(1), 69-89. 10.22059/frj.2019.287302.1006912
- Gardner Jr, E. S. (2006). Exponential smoothing: the state of the art - part II. *International Journal of Forecasting*, 22(4), 637-666. <http://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2006.03.005>
- Gdakowicz, A. (2014). The application of japanese candlestick charting on the residential real estate market. *Real Estate Management and Valuation*, Sciendo, 22(4), 27-34. 10.2478/remav-2014-0034
- De Gooijer, J. G., & Hyndman, R. J. (2006). 25 years of time series forecasting. *International journal of forecasting*, 22(3), 443-473. <http://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2006.01.001>
- Goo, Y. J., Chen, D. H., & Chang, Y. W. (2007). The application of japanese candlestick trading strategies in Taiwan. *Investment Management and Financial Innovations*, 4(4), 49-79. https://www.businessperspectives.org/images/pdf/applications/publishing/templates/article/assets/1934/imfi_en_2007_04_1_Goo.pdf

- Heinz, A., Jamalodeen, M., Saxena, A., & Pollacia, L. (2021). Bullish and bearish engulfing japanese candlestick patterns: A statistical analysis on the S&P 500 index. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 79, 221–244. <https://doi.org/10.1016/j.qref.2020.06.006>
- Horton, M. J. (2009). Stars, crows, and doji: The use of candlesticks in stock selection. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 49(2), 283-294. <https://doi.org/10.1016/j.qref.2007.10.005>
- Jamalodeen, M., Heinz, A., & Pollacia, L. (2018). A Statistical analysis of the predictive power of japanese candlesticks. *Journal of International & Interdisciplinary Business Research*, 5(1), 62-94. <https://scholars.fhsu.edu/jiibr/vol5/iss1/5>
- Jegadeesh, N., & Sheridan, T. (2001). Profitability of momentum strategies: an valuation of alternative explanations. *Journal of Finance*, 56(2), 699-720. <https://www.jstor.org/stable/222579>
- Johnson, N. J. (1978). Modified t tests and confidence intervals for asymmetrical populations. *Journal of the American Statistical Association*, 3(363), 536-544. <https://doi.org/10.2307/2286597>
- Kellard, N., Newobold, P., Rayner, T. & Ennew, C. (1999). The relative efficiency of commodity futures markets. *Journal of Futures Markets*, 19(4), 413-432. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-9934\(199906\)19:4<413::AID-FUT2>3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-9934(199906)19:4<413::AID-FUT2>3.0.CO;2-F)
- Lee, K. H., Jo, G. S. (1999). Expert system for predicting stock market timing using a candlestick chart. *Expert Systems with Applications*, 16(4), 357-364. [https://doi.org/10.1016/S0957-4174\(99\)00011-1](https://doi.org/10.1016/S0957-4174(99)00011-1)
- Leonel, T. M. C., & Oliveira Neto, O. J. (2016). Eficiência dos padrões altistas de candlesticks na predição da reversão do preço das ações. *Revista Gestão, Inovação e Negócios*, 1(2), 24-39. <https://www.researchgate.net/publication/316938476>
- Lu, T-H. (2014). The profitability of candlestick charting in the Taiwan stock market. *Pacific-Basin Finance Journal*, 26, 65-78. <https://doi.org/10.1016/j.pacfin.2013.10.006>
- Lu, T-H., Chen, Y-C., & Hsu, Y-C. (2015). Trend definition or holding strategy: What determines the profitability of candlestick charting?. *Journal of Banking & Finance*, 61(2), 172-183. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbankfin.2015.09.009>
- Lu, T-H., & Shiu, Y-M. (2016). Can 1-day candlestick patterns be profitable on the 30 component stocks of the DJIA?. *Applied Economics*, 48(35), 3345-3354. <https://doi.org/10.1080/00036846.2015.1137553>
- Lu, T-H, & Shiu, Y-M. (2012). Tests for two-day candlestick patterns in the emerging equity market of Taiwan. *Emerging markets finance and trade*, 48(1), 41-57. <https://doi.org/10.2753/REE1540-496X4801S104>
- Lu, T-H., Shiu, Y-M., & Liu, T-C. (2012). Profitable candlestick trading strategies - The evidence from a new perspective. *Review of Financial Economics*, 21(2), 63-68. <https://doi.org/10.1016/j.rfe.2012.02.001>
- Marshall, B. R., Young, M. R., & Cahan, R. (2008). Are candlestick technical trading strategies profitable in the Japanese equity market?. *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 31(2), 191-207. [10.1007/s11156-007-0068-1](https://doi.org/10.1007/s11156-007-0068-1)
- Marshall, B. R., Young, M. R., & Rose, L. C. (2006). Candlestick technical trading strategies: can they create value for investors?. *Journal of Banking & Finance*, 30(8), 2303-2323. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2005.08.001>
- Morris, G. L. (2006). *Candlestick charting explained: Timeless techniques for trading and futures*. (3. ed.). McGraw-Hill.

- Murphy, J. J. (1999). *Technical analysis of the financial markets: A comprehensive guide to trading methods and applications*. New York Institute of Finance.
- Nison, S. (1991). *Japanese candlestick charting techniques: A contemporary guide to the ancient investment techniques of the far east*. New York Institute of Finance.
- Prado, H. A., Feneda, E., Morais, L. C. R., Luiz, A. J. B., & Matsura, E. (2013). On the effectiveness of candlestick chart analysis for the Brazilian stock market. *Procedia Computer Science*, 22, 1136-1145. doi: 10.1016/j.procs.2013.09.200
- Pring, M. J. (2014). *Study guide for technical analysis explained*. (5. ed.). McGraw-Hill.
- Ribeiro, C. O., Sosnoski, A. A. K. B., & Oliveira, S. M. (2010). Um modelo hierárquico para previsão de preços de commodities agrícolas. *Revista Produção Online*, 10(4), 719-733. <http://doi.org/10.14488/1676-1901.v10i4.225>
- Shiu, Y., & Lu, T. (2011). Pinpoint and synergistic trading strategies of candlesticks. *International Journal of Economics and Finance*, 3(1), 234-244. 10.5539/ijef.v3n1p234
- Tharavanij, P., Siraprasiri, V., & Rajchamaha, K. (2017). Profitability of candlestick charting patterns in the stock exchange of Thailand. *Sage Open*, 7(4), 1-18. 10.1177/2158244017736799
- Data. (2021, 10 de Agosto). *UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA*. <https://www.usda.gov/topics/data>
- Zhang, G. P. (2003). Time series forecasting using a hybrid ARIMA and neural network model. *Neurocomputing*, 50, 159-175. [http://doi.org/10.1016/S0925-2312\(01\)00702-0](http://doi.org/10.1016/S0925-2312(01)00702-0)
- Zhu, M., Atri, S., & Yegen, E. (2016). Are candlestick trading strategies effective in certain stocks with distinct features? *Pacific-Basin Finance Journal*, 37, 116-127. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pacfin.2015.10.007>

Endereço dos Autores:

Rua 20, nº 1600
Bairro Tupã – Ituiutaba - MG
38304-402