

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE DIREITO, NEGÓCIOS E COMUNICAÇÃO
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

PATRICK VINICIUS NUNES MORAES

Matrícula: 20201002100720

**PERFORMANCE DAS AÇÕES DA VALE3, JBSS3 E MRFG3 E
COMPORTAMENTO DA TAXA DE CÂMBIO NO BRASIL: UMA APLICAÇÃO DE
MODELOS COM VETORES AUTOREGRESSIVOS – 2014 A 2023.**

GOIÂNIA-GO

2024

PATRICK VINICIUS NUNES MORAES

Matrícula: 20201002100720

PERFORMANCE DAS AÇÕES DA VALE3, JBSS3 E MRFG3 E COMPORTAMENTO DA TAXA DE CÂMBIO NO BRASIL: UMA APLICAÇÃO DE MODELOS COM VETORES AUTOREGRESSIVOS – 2014 A 2023.

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas, junto a Pontifícia Universidade Católica de Goiás.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Leão

Goiânia

2024.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus por mais um objetivo alcançado e por ter cuidado de mim ao longo de toda jornada acadêmica. Agradeço também a paciência e amor da minha esposa Elda, que me incentivou e apoiou em todos os momentos, mesmo sendo difícil para ela também.

Meus agradecimentos alcançam também meus pais que me ajudaram desde o começo com a aquisição de um notebook para estudar durante o período remoto e com o apoio emocional e sempre cobrando quando necessário.

Um agradecimento especial ao meu orientador, Prof. Dr. Carlos Leão, que me auxiliou em todo o processo de elaboração deste trabalho.

E não poderia deixar de agradecer ao coordenador do curso, Prof. Dr. Gesmar José Vieira, que não deixou em nenhum momento eu desistir de concluir o curso, me ligando e incentivando mesmo diante das dificuldades.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

B3 – BRASIL, BOLSA E BALCÃO

BACEN – BANCO CENTRAL DO BRASIL

CMN – CONSELHO MONETÁRIA NACIONAL

CVM – COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS

CVRD – COMPANHIA VALE DO RIO DOCE

FMI – FUNDO MONETÁRIO INTERNACIONAL

SUMOC – SUPERINTENDÊNCIA DA MOEDA E DO CRÉDITO

USDBRL – TAXA DE CÂMBIO DÓLAR/REAL

VAR – VETORES AUTOREGRESSIVOS

RESUMO

Esta monografia tem como objetivo verificar se existe relação de causalidade entre a taxa de câmbio e as ações da VALE3, JBSS3 e MFRG3, empresas exportadoras de *commodities*, negociadas na bolsa de valores brasileira (B3). Para tal, foi aplicado o modelo de vetores autorregressivos (VAR) como método de regressão para identificar se ocorre causalidade entre as séries de seus valores defasados.

Os resultados indicaram que existe causalidade entre as variáveis. A ferramenta proposta, serve para compreender os dados do passado e indicar cenários para o futuro, como retorno das ações na bolsa de valores, taxa de câmbio, taxa de juros e variáveis econômicas importantes para tomada de decisão.

Palavras-chave: séries temporais, *commodities*, estacionariedade, bolsa de valores.

ABSTRACT

This monograph aims to verify whether there is causality between the exchange rate and the stocks of VALE3, JBSS3, and MFRG3, which are commodity-exporting companies traded on the Brazilian stock exchange (B3). For this purpose, the vector autoregressive (VAR) model was applied as a regression method to identify whether there is causality between the series of their lagged values.

The results indicated that there is causality between the variables. The proposed tool serves to understand past data and indicate scenarios for the future, such as inflation data, stock market returns, exchange rates, interest rates, and other important economic variables in decision-making.

Keywords: time series, commodities, stationarity, stock market.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA	8
1.2 HISTÓRICO DA POLÍTICA CAMBIAL NO BRASIL.....	9
1.3 O MERCADO DE CÂMBIO.....	10
1.4 O MERCADO DE CAPITAIS E A BOLSA DE VALORES	11
1.5 AÇÃO JBSS3 (EMPRESA JBS S.A).....	13
1.6 AÇÃO VALE3 (EMPRESA VALE S.A).....	14
1.7 AÇÃO MFRG3 (EMPRESA MARFRIG GLOBAL FOODS S.A)	16
1.8 OBJETIVOS.....	18
1.8.1 OBJETIVO GERAL	18
1.8.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
1.8.2.1 Estimativas das relações de causalidade entre o preço das ações e a taxa de câmbio	18
1.8.2.2 Estimar os correlogramas e as FAC para examinar estacionariedade das séries	18
2. METODOLOGIA	19
2.1 SÉRIES TEMPORAIS.....	19
2.2 ESTACIONARIEDADE	20
2.3 O TESTE DICKEY-FULLER	21
2.4 O TESTE DIKEY-FULLER AUMENTADO	22
2.5 O TESTE DE CORRELOGRAMA	23
2.6 O TESTE DE CAUSALIDADE GRANGER	24
2.7 COINTEGRAÇÃO: REGRESSÃO DE UMA SÉRIE TEMPORAL COM RAIZ UNITÁRIA CONTRA OUTRA SÉRIE TEMPORAL COM RAIZ UNITÁRIA.....	26
2.8 O MODELO DE VETORES AUTOREGRESSIVOS.....	27
3. ANÁLISE DOS RESULTADOS	28
3.1 RESULTADOS DO TESTE DE AUTOCORRELAÇÃO	30
3.2 RESULTADOS DO TESTE DE DICKEY-FULLER AUMENTADO.....	35
3.3 RESULTADOS DO TESTE DE GRANGER	38
3.4 RESULTADOS DO MODELO DE VETOR AUTOREGRESSIVO (VAR)	40
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

1. INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA

A política cambial é o conjunto de medidas que definem a taxa de câmbio de um país e regulamentam todas as relações financeiras entre nacionais e estrangeiros. No Brasil, o Conselho Monetário Nacional (CMN) é o responsável por definir o regime cambial e estabelecer as diretrizes do mercado de câmbio e como o Banco Central do Brasil (BACEN) deve atuar para assegurar o seu funcionamento adequado. Essa garantia é fundamental para o bom funcionamento da economia, pois assim, possibilita as empresas que atuam no comércio internacional obtenham êxito em suas estratégias comerciais. Dentre essas companhias, destacam-se as que exportam *commodities* para o exterior.

Essa estabilidade garante o dinamismo do mercado de capitais, possibilitando as empresas segurança para determinar estratégias de longo prazo, com captação de recursos na bolsa de valores via emissão de ações ou debêntures. Participar do mercado de financeiro e de capitais, permite que as empresas façam a captação de recursos financeiros com custo reduzido e também a operacionalização de instrumentos de *hedge* cambial, para obter maior previsibilidade nas receitas.

Uma parcela significativa das empresas brasileiras tem como principal atividade produzir *commodities* para o comércio externo, obtendo suas receitas principalmente no mercado internacional, se beneficiando de mercados consumidores de maior renda. Sendo assim, uma política cambial que as favoreça permite que a empresa aumente o seu faturamento, e maior valorização na bolsa de valores.

O mercado financeiro compreende uma rede de serviços financeiros importante, incluindo crédito para pessoa física e jurídica, seguros, operações cambiais e negociação de ações em bolsa de valores e seus derivativos. Sua importância para economia brasileira iniciou-se de fato a partir da década de 1964, com as reformas estruturais implementadas pelo Governo, destacando a Lei nº 4.537/64, que instituiu a correção monetária, a Lei nº 4.595/64, conhecida como reforma bancária e a Lei nº 4.728/65, primeira Lei de Mercado de Capitais, que disciplinou esse mercado e estabeleceu medidas para seu desenvolvimento.

1.2 HISTÓRICO DA POLÍTICA CAMBIAL NO BRASIL

Política Cambial é o conjunto de medidas que define o regime de taxas de câmbio e regulamenta as operações de câmbio. Dessa forma, a política cambial define as relações financeiras entre o país e o resto do mundo, a forma de atuação no mercado de câmbio, as regras para movimentação internacional de capitais e de moeda e a gestão das reservas internacionais.

Existem diferentes tipos de regimes cambiais, sendo os principais: câmbio fixo e flutuante. No regime de câmbio flutuante, a taxa de câmbio é determinada de acordo com o fluxo de moeda estrangeira, ajustando-se ao equilíbrio do mercado de divisas. Excessos de oferta de moeda estrangeira tendem a apreciar a taxa de câmbio, ao passo que excessos de demanda por moeda estrangeira tendem a depreciá-la.

No regime de câmbio fixo, o BACEN tem a responsabilidade de determinar o valor da taxa de câmbio e compromete-se a comprar e vender moeda estrangeira à taxa que ele mesmo estabelece. Quando ocorre excessos de oferta de moeda estrangeira, o BACEN intervém no mercado de divisas comprando moeda estrangeira, impedindo que esta moeda se aprecie. Quando, por outro lado, houver excessos de demanda por moeda estrangeira, ele intervém vendendo moeda estrangeira, impedindo a sua depreciação. No Brasil, é adotado o regime de câmbio flutuante.

Os primeiros indícios institucionais de política cambial, se dá com o Decreto 23.258/33, que dispunha sobre a obrigatoriedade de cobertura cambial das exportações pela qual os exportadores tinham de internalizar as divisas geradas pelas transações de exportação. Os exportadores eram obrigados a vender a moeda estrangeira advinda das vendas externas para o Banco Central ou para uma instituição autorizada pela autoridade monetária, objetivando evitar a fuga de capitais. O Decreto 20.451/31 já havia estabelecido o monopólio e centralização do câmbio, sob a guarda do Banco do Brasil, que foi repassado para a Superintendência da Moeda e do Crédito (SUMOC) em 1945, época de sua criação, que viria a ser em 1964 o atual Banco Central.

Nesse período, a taxa de câmbio era fixa, acompanhando o acordo de Bretton Woods em 1944, movimento responsável por reorganizar o sistema monetário internacional após a Segunda Guerra Mundial. De acordo com ALÉM (2020, p.83):

“Foi definido os seguintes pontos: o dólar dos Estados Unidos seria a moeda central do sistema monetário internacional, com a garantia aos bancos centrais dos países integrantes do Fundo Monetário Internacional (FMI) da livre conversibilidade do dólar em relação ao ouro, I) à taxa de US\$35 por *onça-troy* do metal; e II) as demais moedas do sistema teriam paridades fixas em relação ao dólar, cujo reajuste poderia ocorrer apenas no caso de grave desequilíbrio dos balanços de pagamentos dos países-membros e com a prévia concordância do FMI.”

O Brasil foi um dos primeiros a adotar essa paridade, fixando-a inicialmente em Cr\$18,82 por dólar. Em 1953 foi lançada a instrução 70 da SUMOC, que introduziu o sistema de taxas múltiplas de câmbio, sendo a taxa de câmbio para as importações calculada pela taxa oficial acrescida de um ágio ou bonificação variável e inversamente proporcional à essencialidade dos bens. As exportações eram feitas à taxa de câmbio oficial acrescida de uma bonificação fixa, de acordo com a categoria da exportação, e as transações financeiras eram realizadas a taxa livre, determinada pela contraposição da oferta e da demanda de divisas. Nesse sistema, o dólar chegou a ter 12 preços diferentes.

Um importante passo da política cambial foi a introdução do sistema de minidesvalorizações cambiais em agosto de 1968, sistema que prevaleceu até junho de 1994. A lógica era essa: o ajuste da taxa de câmbio em curtos espaços de tempo, tendo como base o diferencial entre a taxa de inflação doméstica e a dos Estados Unidos. Desde então, o Brasil tem se adaptado ao regime de câmbio flutuante com intervenções pontuais do BACEN.

1.3 O MERCADO DE CÂMBIO

É o mercado em que são negociadas as trocas de moedas estrangeiras por moeda nacional. Participam desse mercado todos os agentes econômicos que realizam transações com o exterior, ou seja, têm recebimentos ou pagamentos a realizar em moeda estrangeira. Esse modelo é regulado e fiscalizado pelo Banco Central do Brasil, que dele também participa para execução de sua Política Cambial.

O mercado de câmbio é essencial para o país, pois movimentando grandes volumes de recursos e atende às necessidades e interesses de participantes de

muitos perfis. Operam nesse mercado desde o Banco Central do Brasil até um simples turista. Para atender a necessidade de todos há muitas formas de negociação e registro de operações com moedas na B3. As operações de câmbio são regidas pelo Sistema de Negociação de Operações de Câmbio em Bolsa, que é desenvolvido, implantado e gerido pela bolsa, em ambiente de pregão eletrônico. Entre os participantes deste mercado, atuam os bancos e instituições autorizadas a operar em câmbio. É possível ainda negociar opções e contratos futuros de moedas, principalmente dólar.

1.4 O MERCADO DE CAPITAIS E A BOLSA DE VALORES

O mercado de capitais desempenha função de extrema importância no processo de desenvolvimento do país, pois estimula a poupança e o investimento produtivo, que é essencial para o crescimento. Segundo a Bovespa (2008):

“é um sistema de distribuição de valores mobiliários, que tem o propósito de proporcionar liquidez aos títulos de emissão de empresas e viabilizar seu processo de capitalização. É constituído pelas bolsas de valores, sociedades corretoras e outras instituições financeiras. No mercado de capitais, os principais títulos negociados são os representativos do capital de empresas – as ações – ou de empréstimos tomados, via mercado, por empresas – debêntures conversíveis em ações, bônus de subscrição e “comercial papers” – que permitem a circulação de capital para custear o desenvolvimento econômico.” (Bovespa, 2008, p.7)

Em uma economia capitalista, é essencial um mercado de capitais bem estruturado. Apesar de ser antigo nos Estados Unidos, no Brasil, o mercado de capitais cresceu e se fortaleceu apenas a partir da década de 1960, com uma série de reformas importantes adotadas durante o Governo Castelo Branco. Antes dessa modernização, o principal meio de investimento disponível era em imóveis.

As empresas necessitam de recursos que advém da poupança que às famílias dispõe para investir em seu processo produtivo, enquanto as famílias necessitam investir suas reservas em oportunidades rentáveis. Dessa forma, o mercado é o local onde essas transações acontecem, permitindo assim a captação de recursos, seja dívida, ações ou operações de câmbio, garantindo a liquidez e segurança das operações.

Um instrumento utilizado pelas famílias é no mercado de ações, que é a menor parcela do capital social das companhias ou sociedade por ações. Ela garante ao seu possuidor o direito de receber dividendos, que é a parcela do lucro da atividade produtiva, enquanto possibilita à empresa investir em suas operações. Segundo a legislação brasileira, as empresas listadas devem distribuir no mínimo 25% do seu lucro líquido aos acionistas. Os investidores podem se beneficiar ainda do recebimento de juros sobre o capital próprio e de bonificações, além da própria valorização dos ativos se houver expectativa de crescimento do negócio.

Outra forma de captação das companhias é emissão de debêntures, que são títulos de dívida emitidos por sociedade por ações, conferindo aos seus titulares direitos de crédito contra a companhia emissora. Diferente das ações, ao comprar esses títulos, o investidor não se torna sócio da companhia, mas adquire o direito de receber o valor emprestado mais os juros do período.

Atualmente, os mercados estão cada vez mais integrados globalmente, impulsionado pela redução dos custos de transação e de novas tecnologias implantadas para oferecer aos investidores as melhores opções de investimento. Ao mesmo tempo, os riscos se tornam maiores, já que qualquer risco sistêmico impacta todo o mercado, tornando o investimento de longo prazo mais complexo.

Essa integração dos mercados de capitais envolve riscos relevantes, como aumento das taxas de juros em economias desenvolvidas, impactando os mercados emergentes, maior flutuação na taxa de câmbio, eventos sanitários inesperados, como a Covid-19, riscos políticos com o aumento dos déficits fiscais, impactos geopolíticos como guerras e disputas por território e frustração de expectativas quanto ao crescimento das empresas, tendo impacto imediato nas cotações das empresas.

Diante do exposto, o principal objetivo dessa monografia consiste em analisar o impacto da taxa de câmbio no valor das ações das empresas exportadoras de *commodities*, observando o período de 2014 à 2023, utilizando como metodologia teste de Granger e estimativa de modelos VAR.

Para o trabalho mencionado, as ações escolhidas foram as seguintes: VALE3, JBSS3 e MRFG3 além da taxa de câmbio USDBRL. A escolha dessas ações se justifica pelos seguintes aspectos: receita predominante vinda do exterior,

necessidade de utilização de instrumentos de proteção cambial, mais de 10 anos de negociações na bolsa de valores do Brasil e empresas que são dominantes em seu segmento econômico, com vantagens competitivas claras e que contribuem para o fortalecimento da balança comercial.

1.5 AÇÃO JBSS3 (empresa - JBS S.A)

A Companhia foi fundada em 1953 e iniciou suas operações a partir de uma pequena planta de abate, na Cidade de Anápolis, Goiás, com capacidade de abate de cinco cabeças de gado por dia. Constituída em 10 de dezembro de 1998, a Companhia iniciou suas operações sob o nome Friboi Ltda. em 1999 e, em 2006, mudou sua denominação para JBS S.A.

Segundo o RI JBS S.A (2023, p.1) em “2007, a JBS S.A. concluiu sua oferta pública inicial no Brasil, com a venda de 150.000.000 de ações ordinárias, com um lucro líquido total de R\$1152,0 milhão”. Atualmente, a JBS é a segunda maior empresa de alimentos do mundo, líder global em diversos segmentos em que atua. Com um portfólio diversificado de marcas e produtos, opções que vão desde carnes in natura e congelados, até produtos de valor agregado, prontos para o consumo, como os preparados e processados.

De acordo com o RI JBS S.A (2023, p.2)

“Hoje, atende mais de 330 mil clientes em aproximadamente 190 países, carteira que abrange diversos tipos de varejistas desde grandes redes e redes regionais, até o pequeno varejo, além de clubes de atacado e empresas do setor food servisse (restaurantes, hotéis, distribuidores de serviços de alimentação e processadores complementares). Atualmente, 88% da receita da empresa vem do exterior, mostrando a competitividade da empresa no comércio global.”

Para alcançar o sucesso em sua estratégia, a empresa apresenta as seguintes vantagens competitivas

Diversidade geográfica, tendo a empresa plataformas de processamento localizadas nos principais países produtores de proteína animal, o que proporciona

flexibilidade operacional e mitigação de riscos relacionados a eventuais restrições sanitárias ou barreiras comerciais.

Liderança de mercado e escala, sendo a maior empresa de proteína animal e a segunda maior empresa de alimentos do mundo. Por conta de seu porte, tem acesso aos principais mercados mundiais, com ganhos de escala, otimização da produção, redução de custos fixos e uma posição privilegiada para negociar preços com seus fornecedores e clientes.

Crescimento através de aquisições, como demonstra sua história, a empresa realizou importantes aquisições, tanto internamente quanto externamente (Seara, Swift e Tyson Foods). Essas aquisições permitiram o crescimento substancial em seus resultados na medida em que a companhia obteve sucesso na integração das empresas adquiridas e na captura de sinergias, o que resulta em um rápido ganho de eficiência e a comprovação da capacidade da administração da JBS em realizar o *turnaround* de empresas.

Administração experiente e especializada no setor, capacidade da companhia de atrair e reter talentos, contando com uma equipe de gestores experientes e com conhecimento de mercado, focada no crescimento das vendas, na otimização dos recursos e no aumento da eficiência das operações. É altamente profissionalizada e cada unidade de negócio possui uma administração própria. A seleção dos executivos é realizada considerando a experiência no setor e o alinhamento do profissional com os valores da companhia, como atitude de dono e foco no resultado.

1.6 AÇÃO VALE3 (empresa - VALE S.A)

A Vale S.A é uma das maiores companhias de mineração e metais do mundo, com base no seu valor de mercado. A Companhia é uma das maiores produtoras de minério de ferro e níquel mundial. Ela produz também pelotas de minério de ferro e cobre. Os concentrados de níquel e cobre contêm subprodutos de metais do grupo platina ("PGM"), ouro, prata e cobalto. A empresa participa da exploração mineral *greenfield* em seis países, e opera sistemas logísticos no Brasil e em outras regiões do mundo, incluindo ferrovias, terminais marítimos e portos, integrados às operações de mineração. Além disso, a Companhia dispõe de centros de distribuição para dar

suporte à entrega de minério de ferro ao redor do mundo, com ganhos de escala relevante para operar com segurança e menor custo.

O modelo de negócio e suas principais atividades está estabelecida em dois pilares: soluções para siderurgia e metais para transição energética. As soluções para siderurgia compreendem a extração de minério de ferro e produção de pelotas. E as soluções de metais para transição energética compreende a produção de minerais não ferrosos, incluindo as operações de níquel (coprodutos e subprodutos) e cobre.

A Vale S.A foi constituída em 11 de janeiro de 1943, na cidade do Rio de Janeiro. A trajetória da empresa começa antes do nascimento oficial da Vale do Rio Doce, na região Sudeste do Brasil, até o porto de Vitória - ES.

Segundo o RI VALE S.A (2023, p.1) “Durante o Governo Vargas, acreditava-se na necessidade de nacionalizar as reservas minerais, dando fim, em 1939, as concessões da Itabira *Iron Ore Company* (IIOC).” Com o decreto-lei nº 4.352, em junho de 1942, definiu as bases de como seria organizada a Companhia Vale do Rio Doce, que encamparia a Companhia Brasileira de Mineração e Siderurgia e a Companhia Itabira de Mineração. Em janeiro de 1943, ocorreu a assembleia de constituição da sociedade anônima Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), constituída sob a forma de sociedade de economia mista, com os mesmos objetivos da IIOC.

De acordo com o RI VALE S.A (2023, p.2)

“A CVRD priorizava a exportação, sendo os Estados Unidos o principal mercado das exportações de minério de ferro do Brasil. Ao longo dos anos, a empresa foi diversificando o seu mercado, incrementando as vendas para a Europa Ocidental e o leste europeu. Em 1973, já com uma carteira de clientes diversificada, iniciou-se as exportações de minério para a China, hoje o principal destino dos produtos da Companhia.”

Em 1997, ocorreu o leilão de privatização da empresa, que passou a ser administrada pela Valepar S.A, empresa holding, que adquiriu o controle da Companhia. Posteriormente, o governo brasileiro vendeu parcela de sua participação remanescente de ações ordinárias e preferenciais de classe A.

Desde 2017, não há acordo de acionistas da Vale em vigor, tornando a empresa uma Corporation, sem acionista controlador. Atualmente, as ações da

empresa são negociadas na Bolsa de Valores de São Paulo (B3) com participação de aproximadamente 15% no índice das empresas mais importantes do país. Sua capitalização de mercado ao final de 2023 era de R\$300 bilhões de reais, e sua receita líquida de R\$210 bilhões no período de 2023.

1.7 AÇÃO MFRG3 (empresa - MARFRIG GLOBAL FOODS S.A)

A Marfrig Global Foods S.A é uma multinacional que atua nos setores de alimentos, nos canais de *foodservice*, varejo e conveniência, industrial e de exportação, no Brasil e no mundo. Suas atividades se dividem em produção, processamento, industrialização, venda e distribuição de produtos à base de proteína animal (bovinos, ovinos e peixes) e vegetal.

Segundo o RI MARFRIG GLOBAL FOODS S.A (2023, p.1) “A fundação da empresa ocorreu em 1986, na cidade de Santos-SP, quando seu fundador abriu seu primeiro negócio se consolidando rapidamente como um importante distribuidor de cortes bovinos e outras proteínas”. Em 1998, iniciou as atividades de seu primeiro centro de distribuição na cidade de Santo André, Estado de São Paulo, para atender à crescente demanda por produtos alimentícios.

A Companhia tornou-se uma sociedade anônima em 26 de março de 2007 e, em 18 de junho obteve seu registro de Companhia aberta junto à Comissão de Valores Mobiliários (CVM), realizando sua oferta pública inicial (IPO) em 29 de junho de 2007, na B3.

Em 2022, a empresa adquiriu 50,5% a BRF Foods, maior processadora de proteína do Brasil, aumentando o seu portfólio de produtos e o ganho de eficiência em suas operações.

De acordo com RI MARFRIG GLOBAL FOODS S.A (2023, p.2)

“A companhia apresenta vantagens competitivas que faz dela uma empresa relevante no mercado global de proteína, tais como: diversidade geográfica, sendo uma das maiores produtoras de carne bovina no mundo, com plantas de abate nos Estados Unidos, Uruguai, Argentina e Brasil, além de centros de distribuição e vendas no mercado internacional.”

Possui também economia de escala, sendo a segunda maior empresa de carne bovina no mundo em termos de capacidade de produção. Os produtos comercializados possuem alto valor agregado, como cortes especializados e carnes congeladas pré-cozidas, tornando seu portfólio de produtos mais diversificado. Com o forte investimento em plantas industriais modernas, combinado a um foco maior na expansão de seu negócio principal, devem lhe proporcionar uma lucratividade constante e crescente à medida que mais marcas e produtos são incluídos em seu portfólio.

Com uma gestão experiente e empreendedora a companhia possui vasta experiência no setor de alimentos, o que proporcionou vantagens significativas na exploração de oportunidades no mercado e nos ajustes no plano de negócios da Companhia para atender demandas. A empresa possui mão de obra capacitada para operar os setores de relevância internacionalmente.

A competitividade da empresa no mercado internacional ocorre através da estrutura de custo, observando os dois itens principais: custo de matéria-prima e de industrialização, além de custos de transporte e distribuição. Dessa forma, a companhia aproveita a venda de subprodutos comestíveis e não comestíveis extraídos do gado após o abate para reduzir esses custos operacionais.

No último trimestre de 2023, a companhia apresentou uma receita líquida de R\$ 36,6 bilhões, sendo um terço desse valor obtido no exterior. Suas ações são negociadas na Bolsa de Valores de São Paulo (B3), com uma capitalização de mercado de R\$ 8,7 bilhões ao final de 2023.

1.8 OBJETIVOS

1.8.1 Objetivo Geral

Observar se o comportamento da taxa de câmbio afetou de forma significativa a rentabilidade das ações da Vale, JBS e Marfrig.

1.8.2 Objetivo Específicos

1.8.2.1 Estimativas das relações de causalidade entre o preço das ações e a taxa de câmbio.

1.8.2.2 Estimar os correlogramas e as FACs para examinar estacionariedade das séries.

1.8.2.3 Estimativas de modelo VAR para verificar a intensidade das variáveis.

2. METODOLOGIA

Nesta seção serão apresentados os procedimentos utilizados, compreendendo o referencial empírico que deram sustentação ao modelo, seguindo a literatura existente sobre o tema, coleta de dados e tratamento estatístico.

2.1 SÉRIES TEMPORAIS

De acordo com BOX e JENKINS (1976), as séries temporais podem ser definidas como um conjunto de observações ordenadas no tempo, que não estejam impreterivelmente espaçadas da mesma forma, mas que apresentam dependência serial, ou seja, dependência entre instantes de tempos. Podendo ser modeladas de tal forma a descrever o percurso de uma variável em termos de comportamentos defasados, fatores contemporâneos, inovações e seus próprios valores defasados. Podendo ser expressa como:

$$S_t = S_1, S_2, S_3, \dots, S_n \quad (1)$$

Sendo que cada observação mencionada de S_t está associada a uma unidade de tempo diferente de n amostras.

Conforme Enders (2004), originalmente, os modelos foram desenvolvidos para realizar previsões. A análise realizada através de testes de hipóteses sobre a estrutura e a dinâmica da série temporal, com o intuito de desagregar e movimentos de tendência, ciclo e sazonalidade.

Os movimentos de tendência de uma série indicam tanto sua conduta de “longo prazo”, ou seja, se ela cresce, decresce ou contínua estável, quanto a velocidade que ocorrem essas mudanças. Normalmente trabalha-se com tendência linear, constante ou quadrática.

Já os movimentos cíclicos de uma série são caracterizados pelas oscilações de queda e crescimento, de forma branda e repetida, ao longo do movimento tendência. Ciclos econômicos são um exemplo de como esses movimentos ocorrem.

Por fim, os movimentos de sazonalidade de uma série são aqueles representados por oscilações de queda e crescimento que constantemente acontecem em determinado período do ano, do semestre, do mês, da semana ou do dia. A diferença crucial entre os movimentos cíclicos e sazonais é que os movimentos

sazonais são altamente previsíveis, pois ocorrem de forma repetida ao longo do tempo, enquanto os movimentos cíclicos tendem a ser imprevisíveis.

2.2 ESTACIONARIEDADE

De acordo com Gujarati (2011), o termo se refere à propriedade de que as estatísticas resumidas da série permanecem constantes ao longo do tempo. Isso significa que a média e a variância são constantes e a autocovariância da série depende apenas da defasagem e não do período em que é medida.

De forma mais precisa, uma série temporal é considerada estacionária se sua função de distribuição de probabilidade não muda ao longo do tempo e se a autocovariância entre dois pontos separados por um intervalo de tempo fixo depende apenas do tamanho desse intervalo e não da posição na série.

A estacionariedade é uma suposição importante em muitos modelos de séries temporais, pois permite que sejam aplicados métodos estatísticos e matemáticos que pressupõem a constância das estatísticas resumidas da série ao longo do tempo. Se uma série não for estacionária, é necessário aplicar técnicas de pré-processamento para torna-la estacionária antes de modelá-la ou analisá-la.

A presença de tendência estocástica ou raiz unitária em séries temporais, caracterizando a não-estacionariedade, geram correlações espúrias, invalidam os testes estatísticos usuais e fazem com que as previsões se tornem mais inadequadas conforme o distanciamento do último ponto da amostra aumenta.

Um experimento utilizado com frequência para identificar a estacionariedade das séries temporais é o teste de raiz unitária. Seu ponto de partida inicia-se a partir da seguinte equação:

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + u_t \quad -1 \leq \rho \leq 1 \quad (2)$$

Em que u_t é um termo de erro de ruído branco, e Y_t é a série desejada. Sendo $\rho = 1$, a Equação (1) torna-se um modelo de passeio aleatório sem deslocamento, que por definição é um processo estocástico não estacionário. Para testar se uma série é estacionária, pode-se manipular a equação da seguinte forma: subtraia Y_{t-1} de ambos os lados da equação para obter:

$$Y_t - Y_{t-1} = \rho Y_{t-1} - Y_{t-1} + u_t$$

$$= (\rho - 1)Y_{t-1} + u_t$$

Que pode ser escrita como:

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + u_t \quad (3)$$

Em que $\delta = (\rho - 1)$ e Δ , como sempre, é o primeiro operador da diferença. Dessa forma, pode-se estimar a Equação (2) e testar a hipótese (nula) de que $\delta=0$, sendo a hipótese alternativa $\delta < 0$. Se $\delta = 0$, então $\rho = 1$, existe raiz unitária, o que implica que a série temporal sob consideração é não estacionária.

2.3 O TESTE DICKEY-FULLER

O teste Dickey-Fuller (DF) é utilizado para testar a hipótese nula de que uma série temporal possui raiz unitária contra a hipótese alternativa de que a série é estacionária. A presença de uma raiz unitária implica que a série temporal é não estacionária e possui uma tendência estocástica.

O procedimento padrão para implementar o teste de DF envolve várias decisões, pois um processo de passeio aleatório pode ter deslocamento ou não, além de tendências determinísticas ou estocásticas. Dessa forma, o teste de Dickey-Fuller pode ser estimado de três formas diferentes, sob três hipóteses nulas diferentes:

Y_t é um passeio aleatório:
$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + u_t \quad (4)$$

Y_t é um passeio aleatório com deslocamento:
$$\Delta Y_t = \beta_1 + \delta Y_{t-1} + u_t \quad (5)$$

Y_t é um passeio aleatório com deslocamento

em torno de uma tendência determinística:
$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + u_t \quad (6)$$

em que t é a variável de tendência. Em cada caso, as hipóteses são:

Hipótese nula: $H_0: \delta = 0$ (há uma raiz unitária ou a série temporal é não estacionária, ou ela possui uma tendência estocástica).

Hipótese alternativa: $H_1: \delta < 0$ (a série temporal é estacionária, possivelmente em torno de uma tendência determinística).

Logo, se a hipótese nula for rejeitada, implica que Y_t é estacionária com média zero, para a equação (4), ou Y_t é estacionária com média não zero, no caso da equação (5). Para a equação (6) pode-se testar $\delta < 0$ (sem tendência estocástica) e

$\alpha \neq 0$ (existência de tendência determinística) simultaneamente, utilizando o teste F , mas aproveitando os valores fundamentais tabulados por Dickey e Fuller.

O processo de estimação real ocorre da seguinte forma: estima-se as equações descritas acima pelos MQO: em seguida, divide o coeficiente estimado de Y_{t-1} em cada caso pelo seu erro padrão para computar a estatística tau (τ); e verifique as tabelas Dickey-Fuller. Se o valor absoluto computado da estatística tau (τ) exceder o valor crítico nas estatísticas tau Dickey-Fuller, a hipótese de que $\delta = 0$ é rejeitada, e, nesse caso, a série temporal será não estacionária. Por outro lado, se o valor absoluto calculado $|\tau|$ não exceder o valor crítico de tau, a hipótese nula não será rejeitada, o que implica dizer que a série temporal será não estacionária na maioria das aplicações e o valor de tau deverá ser negativo.

Dessa forma, é possível afirmar que, se o valor crítico (negativo) de τ computado for menor do que o valor crítico de τ , a hipótese nula será rejeitada (a série temporal será estacionária), caso contrário, não será rejeitada (a série temporal será não estacionária).

2.4 O TESTE DICKEY-FULLER AUMENTADO

O teste Dickey Fuller pressupõe segundo GUJARATI (2011, p.751) que os termos de erro não são correlacionados. Mas para os casos em que o u_t são correlacionados, Dickey e Fuller apresentam outro teste, conhecido com teste Dickey-Fuller aumentado (DFA). O teste é realizado por meio da extensão das três equações anteriores acrescentando os valores defasados da variável dependente ΔY_t . Utilizando a equação (6) como exemplo, aplicando o teste DFA, a regressão seria assim:

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (7)$$

Sendo ε_t um termo de erro de ruído branco e puro e $\Delta Y_{t-1} = Y_{t-1} - Y_{t-2}$. O número de termos de diferenças defasados a serem incluídos é frequentemente determinado empiricamente; a ideia é incluir termos suficientes para que o termo de erro da equação (7) seja serialmente não correlacionado, a fim de obter uma estimativa não viesada de δ , o coeficiente defasado de ΔY_{t-i} .

2.5 O TESTE DE CORRELOGRAMA

O correlograma é uma representação gráfica das funções de autocorrelação e de autocorrelação parcial de uma série temporal em diferentes defasagens (lags). Segundo GUJARATI (2011, p.755) o teste é uma ferramenta fundamental na análise de séries temporais, pois permite visualizar e identificar padrões de dependência temporal nos dados. A utilização do correlograma permite identificar estacionariedade de séries temporais. Um teste simples de estacionariedade é baseado na função de correlação (FAC). A FAC com defasagem k , denotada por ρ_k , é definida como:

$$\rho_k = \frac{Y_k}{Y_0} \quad (8)$$
$$= \frac{\text{covariância com defasagem } k}{\text{variância}}$$

em que Y_k é covariância com defasagem k e Y_0 a variância, anteriormente definidas. Observe que, se $k = 0$ e ρ_0 será igual a 1.

Desde que tanto a covariância como a variância são mensuradas nas mesmas unidades de medida, ρ_k é um número sem unidades. Ele se situa entre -1 e +1, como qualquer coeficiente de correlação. Ao colocar ρ_k contra k , o gráfico que obteremos é conhecido como correlograma da população.

Correlograma JBSS		Correlograma Taxa de Câmbio	
Defasagens	FAC	Defasagens	FAC
1	-0,037	1	-0,013
2	-0,098	2	0,044
3	0,026	3	-0,003
4	0,112	4	-0,085
5	-0,034	5	0,053
6	-0,022	6	-0,033
7	-0,028	7	0,025
8	-0,011	8	0,093
9	-0,045	9	-0,007
10	-0,004	10	-0,056

Tabela 1. Exemplo de correlograma com 10 observações.

A tabela 1 indica que, sendo o intervalo de confiança de 95%, ou seja, se a série apresentar em sua maioria valores de autocorrelação de até 0,05 será considerada como estacionária na forma fraca. Para o correlograma de 10 observações, maior parte atende ao requisito, indicando que a série tem características estacionárias.

2.6 O TESTE DE CAUSALIDADE DE GRANGER

O teste de causalidade de Granger pressupõe que as informações relevantes à previsão das respectivas variáveis preditivas, como Y e X, estão contidas unicamente nos dados de série temporal dessas variáveis. O teste envolve a estimação do seguinte par de regressões:

$$Y_t = \sum_{i=1}^n \alpha_i X_{t-i} + \sum_{j=1}^n \beta_j Y_{t-j} + u_{1t} \quad (9)$$

$$X_t = \sum_{i=1}^n \lambda_i X_{t-i} + \sum_{j=1}^n \delta_j Y_{t-j} + u_{2t} \quad (10)$$

Presume-se que os termos de erro u_{1t} e u_{2t} não estejam correlacionados. Vale notar que, como está lidando com duas variáveis, considera-se a causalidade bidirecional. A equação (9) sugere que Y está relacionado aos seus próprios valores passados e também aos valores passados de X, enquanto a equação (10) indica comportamento semelhante para X. É importante observar que essas regressões

podem ser expressas em termos de crescimento, Y e X , onde um ponto sobre a variável denota sua taxa de crescimento.

A equação (9) postula que o Y esteja relacionado a seus próprios valores passados, bem como à valores passados de X , e a equação (10) postula um comportamento semelhante para X . É possível distinguir quatro situações:

1. Uma causalidade unidirecional de X para Y será indicada se os coeficientes estimados das defasagens de X na equação (9) forem estatisticamente diferentes de zero como grupo e o conjunto de coeficientes estimados do Y na equação (10) não for estatisticamente diferente de zero.
2. Por outro lado, a causalidade unidirecional do Y a X existe se o conjunto de coeficientes defasados na equação (9) não é estatisticamente diferente de zero e o conjunto dos coeficientes do Y na equação (10) é estatisticamente diferente de zero.
3. Feedback, ou causalidade bilateral, será sugerido quando os conjuntos de coeficientes de X e Y forem estatisticamente diferentes de zero em ambas as regressões.
4. Por fim, a independência será sugerida quando os conjuntos de coeficientes de X e Y não forem estatisticamente significativos em nenhuma das regressões.

Em termos mais gerais, uma vez que o futuro não pode prever o passado, se a variável X (Granger) causa a variável Y , variações em X deveriam preceder variações em Y . Portanto, em uma regressão de Y sobre outras variáveis (incluindo seus próprios valores passados), se incluir os valores passados ou defasados de X e ele aprimorar significativamente a previsão de Y , poderemos dizer que X (Granger) causa Y . Uma definição similar aplica-se se Y (Granger) causa X .

2.7 COINTEGRAÇÃO: REGRESSÃO DE UMA SÉRIE TEMPORAL COM RAIZ UNITÁRIA CONTRA OUTRA SÉRIE TEMPORAL COM RAIZ UNITÁRIA

A cointegração indica que, apesar de duas ou mais séries temporais serem individualmente não estacionárias, existe uma combinação linear dessas séries que pode ser estacionária. Para determinar se duas ou mais séries são cointegradas, podem ser aplicados os testes de Engler-Granger e Engle-Granger aumentado.

Sendo assim, duas variáveis podem ser consideradas cointegradas se tiverem uma relação de longo prazo, ou de equilíbrio entre elas. Se as séries temporais forem de raiz unitária, é bem provável que as duas séries compartilhem a mesma tendência para que a regressão de uma ou de outra não seja necessariamente espúria. Dessa forma, uma regressão como a equação (11), pode ser definida como regressão de cointegração e o parâmetro de inclinação β_2 é definido como parâmetro de cointegração.

$$u_t = Y - \beta_1 - \beta_2 X \quad (11)$$

A cointegração entre as séries Y_t e X_t requer que u_t seja estacionário em nível.

2.8 O MODELO DE VETORES AUTOREGRESSIVOS

Quando ocorre simultaneidade verdadeira entre um conjunto de variáveis, todas elas devem ser tratadas com igualdade, sem distinção entre variáveis endógenas e exógenas. Baseado nessa premissa, (SIMS, 1980, p. 1-48) desenvolveu o modelo de vetores autoregressivos (VAR). A utilização desse modelo permite capturar as relações dinâmicas entre várias séries temporais e prever o comportamento de sistemas em que várias variáveis influenciam umas às outras.

Cada equação contém k valores defasados da taxa de câmbio (X) e da ação (R). Dessa forma, podemos estimar cada uma das equações por mínimos quadrados ordinários (MQO):

$$M_{1t} = \alpha + \sum_{j=1}^k \beta_j M_{t-j} + \sum_{j=1}^k \gamma_j R_{t-j} + u_{1t} \quad (12)$$

$$R_t = \alpha' + \sum_{j=1}^k \theta_j M_{t-j} + \sum_{j=1}^k \gamma_j R_{t-j} + u_{2t} \quad (13)$$

Em que os u_t são termos de erros estocásticos, chamados impulsos ou inovações ou choque, na linguagem VAR. Para cada equação do sistema, uma regressão separada é realizada, estimando os coeficientes das defasagens para todas as variáveis endógenas.

Com várias defasagens das mesmas variáveis, cada coeficiente estimado pode não ser estatisticamente significativo, possivelmente em virtude da multicolinearidade. Porém, coletivamente, eles podem ser significativos com base no teste padrão F .

3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os dados analisados são referentes a três empresas de commodities que possuem ações negociadas na B3, além da taxa de câmbio USDBRL. O espaço temporal da série vai de 02/01/2014 à 27/12/2023, totalizando 519 observações para cada ação, que corresponde a quantidade de semanas do período escolhido. As ações escolhidas foram: JBSS3 (empresa – JBS S.A), VALE3 (empresa – Vale S.A) e MRFG3 (empresa – Marfrig S.A).

A coleta de dados foi obtida no *Yahoo Finance*, site de dados financeiros e transformados.

Para analisar a relação entre os preços das ações JBSS3, VALE3 e MRFG3 e a taxa de câmbio USDBRL, foram percorridas seis etapas. A primeira consistiu em verificar a estacionariedade das séries de preços das ações, usando funções de autocorrelação, correlograma correspondentes, testes de raiz unitária do tipo Dickey Fuller Aumentado (ADF). Foi constatado que nenhuma das séries apresentou estacionariedade em nível, sendo necessário, portanto, tomar diferenças de forma a torná-las estacionárias.

O expediente adotado consistiu em tomar os log-retornos de cada uma das séries obedecendo a seguinte estratégia:

$$r_t = \frac{p_t - p_{t-1}}{p_{t-1}} \rightarrow R_t = \frac{p_t}{p_{t-1}} - \frac{p_{t-1}}{p_{t-1}} \rightarrow R_t = \frac{p_t}{p_{t-1}} - 1 \rightarrow R_t + 1 = \frac{p_t}{p_{t-1}} \quad (14)$$

Em que R_t é o retorno semanal de cada ação, p_t é o preço da ação na abertura do pregão em t e p_{t-1} o preço de fechamento da semana anterior. Fazendo $R_{t+1} = r_t$ tem-se que:

$$r_t = \frac{p_t}{p_{t-1}} \quad (15)$$

Tomando o logaritmo natural de todos os termos da equação tem-se que:

$$\ln r_t = \ln p_t - \ln p_{t-1} \quad (16)$$

Pela aplicação do teste de testes de raiz unitária do tipo Dickey Fuller Aumentado (ADF) foi constatado que as séries de log retorno de todas as ações e da taxa de câmbio são estacionárias em primeira diferença. Pelo teste de Engler e Granger foi constatado a cointegração das séries em primeira ordem. Para tanto foram estimadas as seguintes regressões considerando a equação (16):

$$r_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 p_t + u_t \quad (17)$$

Sendo, r_{it} = log-retorno de cada uma das ações, LOG USDBRL = logaritmo da taxa de câmbio, α_0, α_1 = parâmetros; u_t = o erro aleatório (série ruído branco); Para definir o número de defasagens (lags) ótimo, foram considerados os critérios de Akaike, Schwarz. O valor ótimo de defasagem foi submetido ao teste ADF, realizando os cálculos com constante, constante e tendência, sem constante e sem tendência. Os testes ADF considera como hipótese nula quando a série contém uma raiz unitária e considera as seguintes regras de decisão sobre a estacionariedade: i) Se $|\tau|$ calculado $> |\tau|$ crítico rejeita-se a hipótese nula e a série é estacionária. ii) Se $|\tau|$ calculado $> |\tau|$ crítico aceita-se a hipótese nula e a série contém uma raiz unitária, ou seja, é não estacionária. Com este procedimento foi possível determinar a ordem de integração na qual as variáveis devem ser usadas para os testes de hipóteses. Deve-se ressaltar que o teste Engler Granger requer que o termo de erro aleatório da equação (17), para cada uma das séries consideradas, seja estacionário em nível, uma vez que elas são individualmente estacionárias em primeiras diferenças.

Constatada a cointegração entre as variáveis, ou seja, existência de relações de longo prazo, novas equações são especificadas com introdução de termos de correção de erros com as séries em diferenças, para eliminar possíveis erros de especificação. Segundo Margarido et al. (2007), os mecanismos de correção de erro fornecem uma estratégia para combinar as vantagens de modelagem tanto em nível quanto em diferenças. Em um modelo de correção de erro as dinâmicas do processo de ajustamento de curto prazo e de longo prazo são consideradas simultaneamente. As estimativas fornecidas mostram as condições de equilíbrio ou desequilíbrio entre as variáveis consideradas pelo modelo.

Por fim a quinta etapa consistiu na aplicação do teste de causalidade no sentido de Granger (1969) entre as variáveis examinadas. O teste de causalidade à

Granger deve ser aplicado em variáveis cuja estacionariedade tenha sido comprovada, sendo importante, portanto, a determinação correta da ordem de integração de todas as variáveis do sistema.

A operacionalização do teste de causalidade à Granger considera a formulação das seguintes hipóteses: se a variável X é útil para fazer previsões sobre outra variável Y, então X causa Y no sentido à Granger. As seguintes equações são consideradas na operacionalização do teste:

$$Y_t = \sum_{i=1}^n \alpha_i X_{t-1} + \sum_{j=1}^n \beta_j Y_{t-j} + u_{1t} \quad (18)$$

$$X_t = \sum_{i=1}^n \lambda_i X_{t-1} + \sum_{j=1}^n \delta_j Y_{t-j} + u_{2t} \quad (19)$$

Por fim, para finalizar a operacionalização dos testes, utilizaremos o modelo de vetores autoregressivos para prever os valores futuros das variáveis endógenas com base nos valores passados.

3.1 RESULTADOS DO TESTE DE AUTOCORRELAÇÃO

Neste tópico serão mostrados os resultados obtidos no teste de correlograma realizado. O teste foi feito sobre o log-retorno da série temporal de cada ação. O objetivo do teste é averiguar se a série é ou não estacionária. Caso os valores obtidos pela autocorrelação das defasagens do erro for baixa ou ficar próximo a zero, a série terá correlação fraca.

Caso os valores estejam perto de 1, considera-se correlação forte, conseqüentemente pressupõe que a série temporal é não estacionária. O intervalo de confiança escolhido foi de 95%, ou seja, se a série apresentar em sua maioria valores de autocorrelação de até 0,05 será considerada como estacionária na forma fraca.

Quadro 01 - Correlograma USDBRL

	AC	PAC	λ-Stat	Prob
1	-0.013	-0.013	0.0929	0.761
2	0.044	0.044	11.000	0.577
3	-0.003	-0.002	11.044	0.776
4	-0.085	-0.087	49.316	0.294
5	0.053	0.052	64.185	0.268
6	-0.033	-0.024	69.906	0.322
7	0.025	0.019	73.189	0.396
8	0.093	0.090	11.906	0.155
9	-0.007	0.002	11.929	0.217
10	-0.056	-0.073	13.597	0.192
11	-0.066	-0.061	15.929	0.144
12	0.032	0.050	16.463	0.171
13	-0.019	-0.022	16.665	0.215
14	0.019	0.009	16.852	0.264
15	0.078	0.076	20.094	0.168
16	-0.119	-0.124	27.730	0.034
17	0.049	0.033	29.052	0.034
18	-0.020	0.017	29.266	0.045
19	-0.085	-0.077	33.168	0.023
20	0.067	0.034	35.610	0.017

Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando o teste de correlograma da taxa de câmbio (USDBRL) podemos atestar que a autocorrelação (coluna AC) entre as 20 defasagens analisadas do log-retorno, 13 estão dentro do intervalo de confiança de 95%, entre as defasagens apenas 7 ultrapassou o critério de aceitação, desta forma, aceita-se a hipótese de que a série é estacionária na forma fraca.

Quadro 02. Correlograma VALE3

	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	-0.026	-0.026	0.3548	0.551
2	-0.026	-0.027	0.7223	0.697
3	0.040	0.039	15.831	0.663
4	-0.053	-0.052	30.526	0.549
5	-0.019	-0.020	32.489	0.662
6	0.080	0.075	66.517	0.354
7	0.028	0.035	70.720	0.421
8	0.028	0.032	74.858	0.485
9	-0.040	-0.045	83.219	0.502
10	-0.025	-0.021	86.590	0.565
11	-0.005	-0.005	86.744	0.652
12	-0.046	-0.047	98.214	0.632
13	-0.056	-0.067	11.527	0.567
14	-0.036	-0.052	12.230	0.588
15	0.075	0.079	15.277	0.432
16	-0.032	-0.024	15.822	0.465
17	-0.003	-0.001	15.827	0.536
18	0.084	0.080	19.607	0.355
19	-0.096	-0.074	24.595	0.174
20	0.002	0.015	24.597	0.217

Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando o teste de correlograma da ação (VALE3) podemos atestar que a autocorrelação (coluna AC) entre as 20 defasagens analisadas do log-retorno, 16 estão dentro do intervalo de confiança de 95%, entre as defasagens apenas 4 ultrapassou o critério de aceitação, desta forma, aceita-se a hipótese de que a série é estacionária na forma fraca.

Quadro 3. Correlograma JBSS3

	AC	PAC	λ-Stat	Prob
1	-0.037	-0.037	0.7047	0.401
2	-0.098	-0.099	57.032	0.058
3	0.026	0.019	60.582	0.109
4	0.112	0.105	12.688	0.013
5	-0.034	-0.021	13.294	0.021
6	-0.022	-0.004	13.539	0.035
7	-0.028	-0.040	13.968	0.052
8	-0.011	-0.027	14.037	0.081
9	0.045	0.045	15.094	0.088
10	-0.004	0.000	15.101	0.128
11	0.018	0.034	15.268	0.171
12	0.047	0.050	16.474	0.170
13	-0.041	-0.047	17.384	0.182
14	0.025	0.031	17.726	0.220
15	0.091	0.080	22.224	0.102
16	-0.015	-0.008	22.340	0.133
17	0.009	0.038	22.384	0.170
18	0.036	0.024	23.075	0.188
19	-0.030	-0.040	23.578	0.213
20	0.050	0.060	24.923	0.204

Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando o teste de correlograma da ação JBSS3 podemos atestar que a autocorrelação (coluna AC) entre as 20 defasagens analisadas do log-retorno, 17 estão dentro do intervalo de confiança de 95%, entre as defasagens apenas 3 ultrapassou o critério de aceitação, desta forma, aceita-se a hipótese de que a série é estacionária na forma fraca.

Quadro 4 - Correlograma MRFG3

	AC	PAC	λ-Stat	Prob
1	0.055	0.055	15.906	0.207
2	-0.055	-0.058	31.800	0.204
3	-0.068	-0.062	55.977	0.133
4	-0.015	-0.011	57.139	0.222
5	0.032	0.027	62.575	0.282
6	-0.042	-0.051	71.861	0.304
7	-0.010	-0.003	72.348	0.405
8	-0.082	-0.084	10.831	0.211
9	-0.076	-0.074	13.926	0.125
10	0.167	0.167	28.801	0.001
11	0.056	0.023	30.486	0.001
12	0.031	0.030	30.998	0.002
13	-0.024	0.000	31.295	0.003
14	-0.037	-0.030	32.027	0.004
15	0.017	0.008	32.188	0.006
16	0.003	0.006	32.191	0.009
17	0.042	0.031	33.150	0.011
18	-0.061	-0.043	35.135	0.009
19	-0.032	0.011	35.674	0.012
20	0.009	-0.011	35.722	0.017

Fonte: elaborado pelo autor.

Analisando o teste de correlograma da ação MRFG3 podemos atestar que a autocorrelação (coluna AC) entre as 20 defasagens analisadas do log-retorno, 19 estão dentro do intervalo de confiança de 95%, entre as defasagens apenas 1 ultrapassou o critério de aceitação, desta forma, aceita-se a hipótese de que a série é estacionária na forma fraca.

3.2 RESULTADOS DO TESTE DE DICKEY-FULLER AUMENTADO

Quadro 5 - Teste de ADF da taxa de câmbio (USDBRL)			
Hipótese Nula: DLNUSDBRL tem raiz unitária			
		Estatística-t	
Teste de Dickey-Fuller Aumentado		(-) 23.092	
Teste de Valores Críticos	1%	(-) 3.975	
	5%	(-) 3.418	
	10%	(-) 3.131	
R ²	0.507	Critério de Akaike	(-) 4.791
R ² Ajustado	0.505	Critério Schwarz	(-) 4.767
Verossimilhança Logarítma	1.248,806	Critério Hannan-Quinn	(-) 4.781
Estatística F	266.634	Estatística Durbin-Watson	1.998

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados do teste de Dickey-Fuller Aumentado para a taxa de câmbio (USDBRL) indicam que a série é estacionária em primeira diferença, pois a estatística-t (-23.092) é menor do que os valores críticos de (1%,5% e 10%). Dessa forma, podemos rejeitar a hipótese nula de que a série tem raiz unitária. Os demais coeficientes confirmam a robustez do resultado.

Quadro 6 - Teste de ADF da ação da (VALE3)			
Hipótese Nula: DLNVALE3 tem raiz unitária			
		Estatística-t	
Teste de Dickey-Fuller Aumentado		(-) 23.353	
Teste de Valores Críticos	1%	(-) 3.975	
	5%	(-) 3.418	
	10%	(-) 3.131	
R ²	0.513	Critério de Akaike	(-) 2.818
R ² Ajustado	0.511	Critério Schwarz	(-) 2.793
Verossimilhança Logaritmo	735.818	Critério Hannan-Quinn	(-) 2.808
Estatística F	272.695	Estatística Durbin-Watson	2.00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados do teste de Dickey-Fuller Aumentado para a ação da VALE S.A (VALE3) indicam que a série é estacionária em primeira diferença, pois a estatística-t (-23.353) é menor do que os valores críticos de (1%,5% e 10%). Dessa forma, podemos rejeitar a hipótese nula de que a série tem raiz unitária. Os demais coeficientes confirmam a robustez do resultado.

Quadro 7 – Teste de ADF da ação (JBSS3)			
Hipótese Nula: DLNJBSS3 tem raiz unitária			
Teste de Dickey-Fuller Aumentado		Estatística-t	(-) 23.589
Teste de Valores Críticos	1%		(-) 3.975
	5%		(-) 3.418
	10%		(-) 3.131
R ²	0.518	Critério de Akaike	(-) 2.918
R ² Ajustado	0.516	Critério Schwarz	(-) 2.893
Verossimilhança Logaritmo	761.758	Critério Hannan-Quinn	(-) 2.908
Estatística F	278.227	Estatística Durbin-Watson	2.007

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados do teste de Dickey-Fuller Aumentado para a JBS S.A (JBSS3) indicam que a série é estacionária em primeira diferença, pois a estatística-t (- 23.589) é menor do que os valores críticos de (1%,5% e 10%). Dessa forma, podemos rejeitar a hipótese nula de que a série tem raiz unitária. Os demais coeficientes confirmam a robustez do resultado.

Quadro 8 - Teste de ADF da ação (MFRG3)			
Hipótese Nula: DLNMFRG3 tem raiz unitária			
Teste de Dickey-Fuller Aumentado		Estatística-t	(-) 21.544
Teste de Valores Críticos	1%		(-) 3.975
	5%		(-) 3.418
	10%		(-) 3.131
R ²	0.473	Critério de Akaike	(-) 2.626
R ² Ajustado	0.471	Critério Schwarz	(-) 2.601
Verosimilhança Logaritma	685.855	Critério Hannan-Quinn	(-) 2.616
Estatística F	232.093	Estatística Durbin-Watson	1.994

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados do teste de Dickey-Fuller Aumentado para a Marfrig *Global Foods* (MFRG3) indicam que a série é estacionária em primeira diferença, pois a estatística-t (- 21.544.589) é menor do que os valores críticos de (1%,5% e 10%). Dessa forma, podemos rejeitar a hipótese nula de que a série tem raiz unitária. Os demais coeficientes confirmam a robustez do resultado.

Conforme esperado, o teste de Dickey-Fuller Aumentado comprova que as séries não possuem raiz unitária, tornando-as estacionárias em primeiras diferenças, o que nos leva ao próximo passo.

3.3 RESULTADOS DO TESTE DE GRANGER

Quadro 9 – Teste de causalidade Granger

Hipótese nula	Obs	Estatística-F	Probabilidade
LOG(USDBRL) não causa Granger LOG(VALE3)	519	1.69604	0.1844
LOG (VALE3) não causa Granger LOG(USDBRL)		4.48547	0.0117

Fonte: Elaborado pelo autor.

O teste de causalidade Granger entre as ações (VALE3) e a taxa de câmbio (USDBRL) indicam que não podemos rejeitar a hipótese nula de que Log (USDBRL) causa Log (VALE3), pois o valor p é 0.1844, que é maior do que o nível de significância de 0,05. Mas podemos dizer que o contrário acontece pois o Log (VALE3), o valor p é 0.0117 é menor do que o nível de significância de 0,05, rejeitando assim a hipóteses nula. Pode-se afirmar então que mudanças passadas em log (VALE3) podem ajudar a prever mudanças futuras em log (USDBRL), mas o inverso não é verdadeiro.

Quadro 10. Teste de causalidade Granger

Hipótese nula:	Obs	Estatística-F	Probabilidade
LOG(USDBRL) não causa Granger LOG(JBSS3)	519	2.67155	0.0701
LOG(JBSS3) não causa LOG(USDBRL)		0.34218	0.7104

Fonte: Elaborado pelo autor.

O teste de causalidade Granger entre as ações da (JBSS3) e a taxa de câmbio (USDBRL) indicam que existem evidências fracas de que (USDBRL) pode impactar (JBSS3) marginalmente a nível de significância de 0,1, já que a nível de 0,05 como é comum, não há causalidade. Dessa forma, a hipótese nula não pode ser rejeitada, pois o poder preditivo entre as variáveis não é útil.

Quadro 11. Teste de causalidade Granger

Hipótese nula	Obs	Estatística-F	Probabilidade
LOG (USDBRL) não causa Granger LOG (MRFG3)	519	0.11420	0.8921
LOG(MRFG3) não causa Granger LOG(USDBRL)		0.65331	0.5208

Fonte: elaborado pelo autor.

O teste de causalidade Granger entre as ações da (MRFG3) e a taxa de câmbio (USDBRL) demonstra que não existe relação de causalidade significativa entre as séries, dessa forma a hipótese nula não pode ser rejeitada.

3.4 RESULTADOS DO MODELO DE VETOR AUTOREGRESSIVO (VAR)

Quadro 12 – Modelo de Vetor Autorregressivo de (VALE3)

	VALE3	USDBRL
LOG VALE3(-1)	0.954 (0.044) [21.595]	(-)0.008 (0.016) [-0.485]
LOG VALE3(-2)	0.032 (0.044) [0.728]	0.009 (0.016) [0.578]
LOG USDBRL(-1)	(-)0.199 (0.118) [-1.685]	0.977 (0.044) [22.042]
LOG USDBRL(-2)	0.228 (0.118) [1.937]	0.013 (0.044) [0.312]
C	0.013 (0.016) [0.785]	0.007 (0.006) [1.222]
R ²	0.990	0.993
Estatística-F	13290.71	18825.04
Akaike AIC	(-)2.827	(-)4.789
Schwarz SC	(-)2.786	(-)4.748
Verossimilhança logarítmica		1994.101
Critério de informação de Akaike		(-)7.631
Critério Schwarz		(-)7.549

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados da figura 12 indicam que o coeficiente da primeira defasagem de log VALE3 é altamente significativo, mostrando que os valores passados da ação da Vale têm um impacto positivo e significativo sobre os valores atuais, enquanto o coeficiente da segunda defasagem não é significativo. O alto valor da estatística F indica que individualmente os valores não são significativos, mas coletivamente eles são. Os coeficientes das defasagens de log USDBRL não são significativamente diferentes de zero, embora a segunda defasagem seja marginalmente significativa.

Logo, o modelo VAR mostra que o log VALE3 é principalmente influenciado por suas próprias defasagens, enquanto o log USDBRL é fortemente influenciado por suas próprias defasagens, existindo assim pouca evidência de que uma série afete a outra.

Quadro 13 – Modelo de Vetor Autorregressivo de (JBSS3)

	OG JBSS3	LOG USDBRL
LOG JBSS3(-1)	0.960 (0.043) [21.853]	0.005 (0.017) [0.329]
LOG JBSS3(-2)	0.025 (0.044) [0.583]	0.001 (0.017) [0.088]
LOG USDBRL(-1)	0.194 (0.112) [1.728]	0.971 (0.044) [22.045]
LOG USDBRL(-2)	(-)0.179 (0.111) [-1.602]	0.010 (0.043) [0.245]
C	0.017 (0.014) [1.233]	0.005 (0.005) [0.943]
R ²	0.987	0.993
Estatística F	10298.38	18978.54
Akaike AIC	(-) 2.921	(-) 4.797
Schwarz SC	(-) 2.880	(-) 4.756
Verossimilhança logarítmica		2017.136
Critério de Akaike		(-) 7.719
Critério de Schwarz		(-) 7.637

Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com os dados da figura 13, o coeficiente da primeira defasagem de log JBSS3 é altamente significativo, indicando que os valores passados da ação da JBS têm um impacto positivo e significativo sobre os valores atuais, enquanto o

coeficiente da segunda defasagem de log JBSS3 não é significativo. O alto valor da estatística F indica que individualmente os valores não são significativos, mas coletivamente eles são. Por outro lado, o coeficiente da primeira defasagem de log USDBRL é marginalmente significativo, sugerindo um impacto leve, mas não desprezível da taxa de câmbio sobre a ação da JBS, mas o coeficiente da segunda defasagem não é significativo.

De forma geral, o modelo VAR mostra que tanto log JBSS3 e log USDBRL é fortemente influenciado por suas próprias defasagens, contendo pouca evidência de que uma afete a outra, com exceção de um efeito marginal na primeira defasagem de log USDBRL sobre log JBSS3.

Quadro 14 - Modelo de Vetor Autorregressivo de (MFRG3)

	LOG MRFG3	LOG USDBRL
LOG MRFG3(-1)	1.041 (0.044) [23.653]	(-)0.014 (0.014) [-0.999]
LOG MRFG3(-2)	(-)0.065 (0.044) [-1.488]	0.019 (0.014) [1.309]
LOG USDBRL(-1)	-0.041198 (0.130) [-0.316]	0.973 (0.044) [22.070]
LOG USDBRL(-2)	0.069 (0.129) [0.539]	0.013 (0.043) [0.317]
C	0.012 (0.015) [0.826]	0.009 (0.005) [1.769]
R ²	0.981380	0.993244
Estatística-F	6785.918	18928.14
Akaike AIC	(-)2.631	(-)4.794
Schwarz SC	(-)2.590	(-)4.753
Verossimilhança logarítmica		1942.059
Critério de informação de Akaike		(-)7.430
Critério Schwarz		(-)7.349

Fonte: Elaborado pelo autor.

Segundo os dados da figura 14, os coeficientes da primeira defasagem de log MRFG é altamente significativo, indicando que os valores passados das ações da Marfrig têm um impacto positivo e significativo sobre os valores atuais, enquanto o segundo coeficiente não é significativo. O alto valor da estatística F indica que individualmente os valores não são significativos, mas coletivamente eles são. Assim, como os coeficientes das defasagens de log USDBRL não são significativamente diferentes de zero, a taxa de câmbio não tem impacto sobre as ações da Marfrig. Da

mesma forma, o coeficiente da primeira defasagem de \log USDBRL é altamente significativo, os valores passados da taxa de câmbio têm um impacto positivo e significativo sobre os valores atuais, mas as ações da Marfrig não têm impacto sobre a taxa de câmbio. Logo, não existe relação entre as variáveis.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho desenvolvido nessa monografia trouxe inúmeros desafios. A primeira delas é a compreensão do assunto. Entender e aplicar a metodologia do modelo VAR requer um estudo aprofundado e revisado de econometria. Mesmo com a utilização de softwares que automatizam o processo de inserção e saída dos dados, compreender esse processo leva tempo de estudo e análises bem fundamentadas. .

Segundo, apesar de seguir um passo a passo, é importante não confundir conceitos que por vezes parecem iguais, mas não são. Cada processo tem uma variável a ser observada e que determina a etapa seguinte.

Apesar dos desafios, os resultados foram satisfatórios ao aplicar a metodologia correta, executando etapa por etapa. Desde a coleta da base de dados, até a interpretação dos dados finais, o trabalho demonstrou que outros estudos podem ser desenvolvidos utilizando a metodologia correta.

Sendo os dados utilizados da bolsa de valores brasileira e a taxa de câmbio, o campo de aplicação não se restringe apenas a essas informações. Pode-se utilizar em qualquer variável aleatória para investigar outros fenômenos econômicos.

Portanto, os resultados permitem concluir que é possível utilizar as ferramentas econométricas para estimar os efeitos de causalidade entre variáveis para várias séries financeiras de comportamento aleatório, e com aprimoramentos pode tornar ferramentas de previsão cada vez mais precisas, auxiliando a tomada de decisão.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALÉM, Ana Cláudia. **Macroeconomia: teoria e prática no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018. Xxiii, 447 p.

BOVESPA. **Mercado de Capitais**. Bolsa de Valores de São Paulo, 33p., 2008.

BOX, G. E. P.; JENKINS, G. M. **Time series analysis forecasting and control**. San Francisco: Holden Day, 575p. 1976.

GRANGER, C. W. J. **Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral models**. *Econometrica*, v. 34, p. 541-551, 1969.

GUJARATI, Damodar; PORTER, Dawn C. **Econometria Básica**. 5ª Edição. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda, 2011. 924p.

MARGARIDO, Mario A.; TUROLLA, Frederico A.; BUENO, Carlos R.F. **The world market for soybeans: price transmission into Brazil and effects from the timing of crop and trade**. *Nova Economia*, 17(2), p. 241-270, maio-ago. 2007.

OLIVEIRA, A. C. S.; R. T.; CASTRO, I. S. B; TREMPIERI NETO, N. **Análise dos efeitos das taxas de câmbio, de juros e da renda mundial sobre as exportações brasileiras de mel**. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 46, n.3, p. 61-78, 2015.

RI JBS S.A. Formulário de Referência. 2023. Disponível em <https://ri.jbs.com.br/arquivos-cvm-e-sec/formulario-de-referencia-cadastral-e-prospectos/>>. Acesso em: 15 de maio de 2024.

RI MARFRIG GLOBAL FOODS S.A. Formulário de Referência. 2023. Disponível em <https://ri.marfrig.com.br/informacoes-financeiras/formulario-de-referencia/>

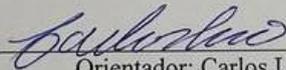
RI VALE S.A. Formulário de Referência. 2023. Disponível em <https://ri-vale.mz-sites.com/informacoes-para-o-mercado/relatorios-anuais/formulario-de-referencia/>

SIMS, C. A. “**Macroeconomics and reality**”. *Econometrica*, 1980. v. 48, p. 1-48.

DECLARAÇÃO DE APTIDÃO DO TCC

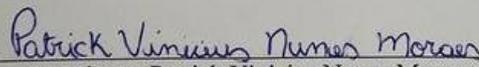
Declaro, para os devidos fins, que o estudante, PATRICK VINICIUS NUNES MORAES matrícula: 2020100210072-0, regularmente matriculado no 8º semestre letivo do Curso de Ciências Econômicas, no turno noturno, da Escola de Direito, Negócios e Comunicação, ESTÁ APTO, a apresentar e submeter seu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), conforme disposto no Regulamento Geral Dos Trabalhos de Conclusão Dos Cursos De Graduação (TCC) em banca para avaliação.

Goiânia, 05 de junho de 2024.



Orientador: Carlos Leão

Ciente:



Estudante: Patrick Vinicius Nunes Moraes

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O estudante PATRICK VINICIUS NUNES MORAES, do Curso de Ciências Econômicas, matrícula 2020100210072-0, telefone: (62) 995460172, e-mail: patrickvinicius7@gmail.com, na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei dos Direitos do autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: Performance das ações da VALE3, JBSS3 e MRFG3 e comportamento da taxa de câmbio no Brasil: uma aplicação de modelos com vetores autoregressivos – 2014 a 2023, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG): Som (WAVE, MPEG, AIFF, SNS); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 05 de junho de 2024.

Assinatura do(s) autor(es): Patrick Vinicius Nunes Moraes

Nome completo do autor: Patrick Vinicius Nunes Moraes

Assinatura do professor- orientador: Carlos Leão

Nome completo do professor-orientador: Carlos Leão