

Universidade Estadual Paulista

Jorge Felipe Gonçalves Zanetti

**ÍNDICE DE MERCADO PARA O
AGRONEGÓCIO BRASILEIRO:
PROPOSTA DE UMA CARTEIRA**

Jaboticabal

2019

JORGE FELIPE GONÇALVES ZANETTI

ÍNDICE DE MERCADO PARA O
AGRONEGÓCIO BRASILEIRO:
PROPOSTA DE UMA CARTEIRA

Dissertação apresentada à Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como
exigência parcial para obtenção do grau de Mestre em
Administração.

Área de Concentração: Gestão de Organizações
Agroindustriais

Orientador: Prof. Dr. Adhemar Sanches.

Coorientador: Prof. Dr. David Ferreira Lopes
Santos.

Jaboticabal

2019

Z28i Zanetti, Jorge Felipe Gonçalves
Índice de mercado para o agronegócio brasileiro : proposta de uma carteira / Jorge Felipe Gonçalves Zanetti. -- Jaboticabal, 2019
83 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientador: Adhemar Sanches
Coorientador: David Ferreira Lopes Santos

1. Investimentos. 2. Agribusiness. 3. Finanças. 4. Economia agrícola. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

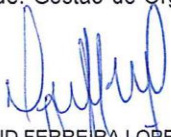
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: ÍNDICE DE MERCADO PARA O AGRONEGÓCIO BRASILEIRO: PROPOSTA DE UMA CARTEIRA

AUTOR: JORGE FELIPE GONÇALVES ZANETTI

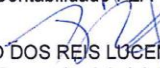
ORIENTADOR: ADHEMAR SANCHES

COORDENADOR: DAVID FERREIRA LOPES SANTOS

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em ADMINISTRAÇÃO, especialidade: Gestão de Organizações Agroindustriais pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. DAVID FERREIRA LOPES SANTOS
Departamento de Economia, Administração e Educação / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Prof. Dr. MARCELO AUGUSTO AMBROZINI (Videoconferência)
Departamento de Contabilidade- FEA - RP / USP / Ribeirão Preto/SP


Prof. Dr. ADRIANO DOS REIS LUCENTE
Departamento de Economia, Administração e Educação / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 28 de agosto de 2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me dar força e perseverança para trilhar minha carreira profissional e acadêmica;

Aos meus filhos, Isadora e Augusto, fonte de inspiração e força na superação dos obstáculos e desafios de minha jornada. Pela parceria, companheirismo e amor;

A minha esposa Damares, pelo incentivo a minha carreira profissional e acadêmica, pela parceria profissional e matrimonial, onde não faltaram paciência e carinho;

Aos meus pais, Denise e Ronaldo, por serem exemplos de vida, me ensinando o respeito ao próximo e a viver com dignidade. Por nunca me faltar uma palavra de estímulo, pelo incentivo aos estudos e aos ensinamentos sobre a sociedade e o meio corporativo, fundamentais na minha trajetória profissional e por nunca deixar de acreditar em mim.

Aos meus irmãos, Gabriel e Maria Clara pela amizade, confiança, pelos conselhos e parceria. Bem como pelo incentivo e torcida para com minha vida acadêmica e profissional.

Aos professores, Dr. Adhemar Sanches e Dr. David Ferreira Lopes Santos, a quem na qualidade de orientador e coorientador respectivamente, quero prestar os devidos reconhecimentos e manifestar o meu apreço por toda contribuição, pela disponibilidade sempre manifestada, paciência e por todas as orientações, as quais foram imprescindíveis para elaboração deste trabalho.

Aos professores Marcelo Ambrozini e Adriano dos Reis Lucente pelas contribuições dadas nas bancas de qualificação e defesa.

Aos amigos que fiz no mestrado. Seu companheirismo e amizade ajudaram a tornar esta jornada mais leve e motivadora.

A todos, que direta ou indiretamente, contribuíram para essa conquista.

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”

Arthur Schopenhauer

RESUMO

Objetivo

Propor um índice de mercado para o agronegócio brasileiro, a partir da proposta de uma carteira de mercado que reflita o setor do agronegócio brasileiro e sirva como parâmetro para análise de investimento nos principais ramos de atividades agropecuárias.

Metodologia / Procedimentos de Pesquisa

A hipótese que norteou esse estudo é que o Ibovespa, enquanto *proxy* para uma carteira de mercado, não reflete adequadamente o risco sistemático para análise de investimentos no agronegócio. Desta forma, o índice proposto deriva da criação de uma carteira de mercado para o setor do agronegócio, sendo está calculada com base nas principais culturas agropecuárias que compõem o Valor Bruto de Produção (VBP) do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). As culturas selecionadas foram: soja, bovinos, cana-de-açúcar, frango, milho, leite, café, algodão herbáceo, suínos, laranja, banana, arroz, tomate, batata, uva, trigo e maçã. A composição da carteira foi embasada na participação individual no VBP e teve sua série histórica computada a partir de dados mensais de 2012 a 2018. Os preços das culturas foram extraídos do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) e da União Nacional da Bioenergia (UDOP). Adicionalmente, foi criada uma carteira, a partir das ações negociadas na Bolsa de Valores de São Paulo [B³] que estão inseridas nas cadeias do agronegócio, como forma de avaliar se essa carteira com ativos financeiros negociados no mercado poderia ser eficiente para representar o risco sistemático do mercado agropecuário. Obteve-se os dados dessas empresas no Sistema Econômica[®]. O método empregado para analisar a eficiência das carteiras construídas foi a análise de regressão com heteroscedasticidade corrigida pelo *software* Gretl[®], sendo respeitadas as premissas de estacionariedade e ausência de autocorrelação.

Resultados e Discussões

Os resultados alcançados possibilitaram concluir que o Ibovespa explica de maneira satisfatória os retornos obtidos pelas empresas do agronegócio listadas na B³, mas não é significativa quando tange os retornos dos preços das culturas agropecuárias. Desta maneira, outras carteiras de mercado podem ser utilizadas, buscando uma maior relação com os retornos das culturas agropecuárias. Sugeriu-se uma carteira composta pelos ativos: algodão, arroz, batata, café, cana-de-açúcar, laranja, milho, soja, tomate, trigo, uva, maçã, boi gordo, suínos e leite, como uma carteira de mercado que explique melhor os retornos das culturas agropecuárias.

Implicações Gerenciais

O trabalho tem como principal contribuição apresentar uma carteira de mercado que pode ser utilizada para expressar o risco sistemático para culturas agropecuárias. Foi possível determinar o beta de cada cultura e estimar para o período proposto o retorno requerido para investimentos para cada cultura. Desta forma, produtores e administradores rurais, bem como empresas com investimentos em tecnologias para as atividades agropecuárias podem utilizar esses parâmetros

para estimar o retorno requeridos aos seus investimentos, salvaguardado as limitações apontadas nesse estudo.

Conclusões e Limitações da Pesquisa

Essa pesquisa conseguiu propor um índice para o mercado agropecuário brasileiro mais amplo que os índices existentes e que se mostrou eficiente para mais de 80% das culturas analisadas. Não obstante, verificou-se que o uso do Ibovespa como proxy para o risco sistemático aplicado aos investimentos agropecuários pode trazer resultados que não aderentes ao setor. Por outro lado, a ausência de disponibilidade de dados relativo ao preço de todo o portfólio agropecuário do Brasil, bem como a frequência limitada a dados mensais impõe restrições no uso do índice proposto. Além disso, a temporalidade das informações usadas nesse estudo limita o alcance dos resultados estáticos aqui apresentados para períodos futuros sem a devida atualização.

Originalidade

Apesar de existirem índices para o mercado agropecuário, não há um índice com maior abrangência a todo o portfólio agropecuário no Brasil, como o proposto nesse estudo. Não obstante, o beta, enquanto, medida de risco sistemático é tradicionalmente utilizado para ativos financeiros, sendo aplicado nesse estudo para determinar o risco sistemático de cada produto agropecuário.

Palavras-chaves: Portfolio; Competitividade; Finanças Agrícolas; Índice do Agronegócio

ABSTRACT

Purpose

To propose a market index for Brazilian agribusiness based on the proposal of a market portfolio that reflects the Brazilian agribusiness sector and serves as a parameter for investment analysis in the main fields of agricultural activities.

Design/methodology

The hypothesis that guided this study is that Ibovespa, as a proxy for a market portfolio, does not adequately reflect the systematic risk for analyzing agribusiness investments. Thus, the proposed index derives from the creation of a market portfolio for the agribusiness sector, which is calculated based on the main agricultural crops that make up the Gross Production Value (GPV) of the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply (MAPA). The selected crops were: soybean, cattle, sugar cane, chicken, corn, milk, coffee, herbaceous cotton, swine, orange, banana, rice, tomato, potato, grape, wheat and apple. The portfolio composition was based on individual participation in VBP and its historical series was computed from monthly data from 2012 to 2018. Crop prices were extracted from the Center for Advanced Studies on Applied Economics (CEPEA) and the National Union of Bioenergy (UDOP). Additionally, a portfolio was created from the shares traded on the São Paulo Stock Exchange [B³] that are part of the agribusiness chains as a way to assess whether this portfolio with financial assets traded in the market could be efficient to represent the risk. agricultural market. The data from these companies were obtained from the Economática[®] System. The method used to analyze the efficiency of the constructed portfolios was the regression analysis with heteroscedasticity corrected by the Gretl[®] software, respecting the assumptions of stationarity and absence of autocorrelation.

Findings and Discussions

The results reached allow us to conclude that Ibovespa satisfactorily explains the returns obtained by agribusiness companies listed in B³, but it is not significant when it comes to the price returns of agricultural crops. Thus, other market portfolios can be used, seeking a greater relationship with the returns of agricultural crops. A portfolio of assets was suggested: cotton, rice, potato, coffee, sugar cane, orange, corn, soybeans, tomatoes, wheat, grapes, apples, fat cattle, pigs and milk, as a market portfolio that explain better the returns of agricultural crops.

Management Implication

The main contribution of this paper is to present a market portfolio that can be used to express the systematic risk to agricultural crops. It was possible to determine the beta of each crop and to estimate for the proposed period the required return on investments for each crop. Thus, farmers and managers, as well as companies with investments in technologies for agricultural activities can use these parameters to estimate the required return on their investments, safeguarding the limitations pointed out in this study.

Conclusion and Research limitations

This research was able to propose an index for the Brazilian agricultural market that is broader than the existing indexes and that proved to be efficient for over 80% of the analyzed crops. However, it was found that the use of Ibovespa as a proxy for the systematic risk applied to agricultural investments may bring results that are not in line with the sector. On the other hand, the lack of availability of price data for the entire Brazilian agricultural portfolio, as well as the frequency limited to monthly data, imposes restrictions on the use of the proposed index. In addition, the timeliness of the information used in this study limits the scope of the static results presented here for future periods without due updating.

Originality

Although there are indexes for the agricultural market, there is no index with greater coverage to the entire agricultural portfolio in Brazil, as proposed in this study. Nevertheless, beta, as a systematic risk measure is traditionally used for financial assets, being applied in this study to determine the systematic risk of each agricultural product.

Keywords: Portfolio; Competitiveness; Agricultural finance; Agribusiness Index

LISTA DE ABREVIATURAS

ADF	Dickey-Fuller Aumentado
APT	Teoria de precificação por arbitragem
B ³	Bolsa de Valores de São Paulo
CAPM	<i>Capital Asset Pricing Model</i>
CDI	Certificado de Depósito Interbancário
CEPEA	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CGEA	Coordenação-Geral de Estudos e Análises
CMPC	Custo Médio Ponderado de Capital
DCEE	Departamento de Crédito e Estudos Econômicos
FC	Fluxo de Caixa
FCD	Fluxo de Caixa Descontado
FGV	Fundação Getúlio Vargas
IBOVESPA	Índice da Bolsa de Valores de São Paulo
ICAMP	<i>intertemporal capital asset pricing model</i>
ICB	Dow Jones/B ³ Índice de Commodities Brasil
IC-Br	Índice de <i>Commodities</i> – Brasil
IGP-DI	Índice Geral de Preços – Disponibilidade Internar
IPCA	Índice Nacional de Preço ao Consumidor Amplo
MAPA	Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
ON	Ações Ordinárias
PIB	Produto Interno Bruto
PN	Ações Preferenciais
SPA	Secretaria de Política Agrícola
UDOP	União Nacional da Bioenergia
VBP	Valor Bruto de Produção
VPL	Valor Presente Líquido
WACC	<i>Weighted Average Capital Cost</i>

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Valor Bruto dos principais produtos agropecuários no Brasil.....	41
Gráfico 2. Carteira empresas do agronegócio listadas na B ³ x Ibovespa	55
Gráfico 3. Carteira empresas do agronegócio listadas na B ³ x Carteira de ativos agropecuários.....	56
Gráfico 4. Carteira de ativos agropecuários x Ibovespa	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição da carteira teórica do Ibovespa para o primeiro quadrimestre de (janeiro a abril) de 2019	33
Tabela 2 - Empresas, segmentos e participação no Ibovespa.....	35
Tabela 3 - Empresas listadas na B ³ que não estão no Ibovespa	36
Tabela 4 - Commodities que compõem o IC-Br.....	38
Tabela 5 - Carteira ICB - 3º quadrimestre de 2019	39
Tabela 6 - Posição do Brasil no Mercado Mundial	40
Tabela 7 - Valor Bruto da Produção – Lavouras e Pecuária – Brasil (Valores em R\$)	41
Tabela 8 - Dados das empresas selecionadas para composição da "carteira de empresas do agronegócio listadas na B ³ "	46
Tabela 9 - Carteira de ativos agropecuários (valores em R\$ ajustados pelo IPCA).....	47
Tabela 10 - Composição da carteira agropecuária.....	47
Tabela 11 - Especificações dos ativos agropecuários.....	48
Tabela 12 - Especificações das regressões realizadas	50
Tabela 13 - Resumo dos resultados estatísticos da regressão do excesso do retorno da carteira das empresas do agronegócio listadas na B ³ em relação ao excesso do retorno do Ibovespa..	54
Tabela 14 - Resumo dos resultados estatísticos da regressão do excesso do retorno da carteira das empresas do agronegócio listadas na B ³ em relação ao excesso do retorno da carteira dos ativos agropecuários	55
Tabela 15 - Regressão do excesso do retorno das empresas individuais do agronegócio listadas na B ³ em relação ao excesso do retorno da carteira dos ativos agropecuários	57
Tabela 16 - Resumo dos resultados estatísticos da regressão do excesso do retorno da carteira dos ativos agropecuários em relação ao excesso do retorno do Ibovespa.....	58
Tabela 17 - Resumo dos resultados estatísticos da regressão do excesso do retorno dos ativos agropecuários individuais em relação ao excesso do retorno do Ibovespa	59
Tabela 18 - Resumo dos resultados estatísticos da regressão do excesso do retorno dos ativos agropecuários individuais em relação ao excesso do retorno da carteira agropecuária	60
Tabela 19 - Resumo do CAPM para cálculo do custo de capital próprio	61
Tabela 20 - Testes de raiz unitária de Dickey-Fuller aumentado (ADF) das regressões realizadas	63
Tabela 21 - Testes de raiz unitária de Dickey-Fuller aumentado (ADF) das regressões e dos resíduos.....	64

Tabela 22 – Custo do capital próprio das principais culturas agropecuárias do Brasil para 2019	
.....	70

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1 Composição de Carteira – Teoria do Portfólio	20
2.2 O risco sistemático e sua importância para análise de investimentos	24
2.3 Proposições de uma carteira de mercado para o agronegócio	32
3. MATERIAIS E MÉTODOS	43
3.1 Fonte de dados e amostra.....	44
3.2 As variáveis utilizadas	49
3.3 Descrição do modelo econométrico utilizado	50
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS	53
4.1 Regressão do excesso do retorno da carteira de empresas do agronegócio listadas na B ³ em relação ao Ibovespa	53
<i>4.2.1 Regressão do excesso do retorno das empresas individuais do agronegócio listadas na B³ em relação ao excesso do retorno da carteira dos ativos agropecuários</i>	<i>57</i>
4.3 Regressão do excesso do retorno da carteira dos ativos agropecuários com relação ao excesso do retorno do Ibovespa	58
<i>4.3.1 Regressão do excesso do retorno dos ativos agropecuários individuais com relação ao excesso do retorno do Ibovespa</i>	<i>59</i>
4.4 Regressão do excesso do retorno dos ativos agropecuários individuais com relação ao excesso do retorno da carteira dos ativos agropecuários	60
4.5 Testes de Robustez.....	62
<i>4.5.1 Teste de raízes unitárias</i>	<i>62</i>
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	68
5.1 Implicações gerenciais.....	69
5.2 Limitações e Trabalhos Futuros.....	70
REFERÊNCIAS	

1. INTRODUÇÃO

O crescimento na oferta de alimentos sempre foi um desafio para a humanidade e para a sociedade contemporânea foi bem delimitada por Malthus, ainda no século XVIII, quando o mesmo previu um colapso entre as taxas de crescimento populacional e da produção de alimentos (MADSEN, ROBERTSON, YE, 2019). Essa realidade não se confirmou em razão do avanço tecnológico em todas as cadeias agropecuárias que permitiram e ainda permitem o crescimento da taxa de produtividade e o aumento nas áreas de produção, o que tem elevado a maior oferta de alimentos e a redução nos preços reais médios em todo o planeta (TIFFEN, MORTIMORE, 1994; HANSEN, PRESCOTT, 2002; ASCHE, SMITH, 2018).

Por outro lado, a população mundial continua crescendo e vivendo mais, estima-se alcançar 9 bilhões de pessoas em 2050; adicionalmente há o crescimento da renda agregada em países emergentes que pressionam o aumento da demanda por alimentos e, com efeito, requerem aumento na oferta de forma sustentável e com preços competitivos (FAO, 2016).

Nesse sentido, alguns autores alertam que o crescimento da demanda por alimentos tem sido superior ao crescimento da taxa de produtividade (RAY *et al.*, 2012) o que pode ocasionar problemas geopolíticos no médio e longo prazo. “Como consequência desta mudança, tem havido um investimento pesado na agricultura e em terras agrícolas, manejo e comércio, tecnologia dentre outros para melhorar a produtividade” (CHEN *et al.*, 2015, p.1).

Esse contexto denota a importância e complexidade de todo o sistema produtivo destinado à produção de alimentos que passou a ser conceituado como agronegócio (*agribusiness*) na década de 1950 pela pesquisa de Davis e Goldberg (KATCHOVA, ENLOW, 2013), em que o Brasil tem uma posição destacada no equilíbrio da segurança alimentar mundial (SAATH, FACHINELLO, 2018).

O Brasil é o maior produtor global de proteína animal e de grãos e ainda detém a primeira colocação na produção de suco laranja, açúcar e café e as principais colocações em outros produtos como frutas, algodão, cacau, entre outros (MAPA, 2019; USDA, 2019). A participação do agronegócio no Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro foi de 21,6% em 2017 segundo dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) (CEPEA, 2018).

O desempenho do agronegócio brasileiro perpassa necessariamente pelos investimentos realizados por empresas rurais, industriais, comerciais e de diferentes serviços que congregam o setor, empregando mais de 18,2 milhões de pessoas no país (CEPEA, 2019)

Fica claro, portanto, que cada vez mais investimentos em empreendimentos agroindustriais e temáticas voltadas para o desenvolvimento mundial agrícola em diferentes economias estejam em pauta atualmente (SABOURIN, AYANDE, 2015).

Os investimentos a serem realizados no setor de agronegócio mudarão a sua natureza, afetando a estrutura do sistema dos negócios agroalimentares (ALISHAHI, PROULX e AIDER, 2014; BRENES, MONTOYA, CIRAVEGNA, 2014). Raynolds, Long e Murray (2014) afirmaram que serão necessários realizar investimentos na infraestrutura do mercado atacadista. No Brasil, estima-se que a economia brasileira receberia investimentos, entre 2015 e 2018, R\$ 4,1 trilhões somente no agronegócio (SNA, 2015).

O que proporcionará a ampliação de oportunidades de negócios para empresas agroindustriais serão os investimentos a serem realizados na orientação, treinamento e novas oportunidades para produtores integrarem a cadeia de valor deste setor. Desta maneira serão incentivados aportes financeiros voltados para processamentos alimentares, capacitações quanto às funções do varejo e para alimentos seguros (SWINNEN, VANDEPLAS, 2010; REARDON *et al.*, 2009; WORLD BANK, 2013).

Estes investimentos têm por finalidade aumentar a competitividade das empresas agroindústrias e a taxa de produtividade frente ao aumento da demanda mundial por alimentos. Desta maneira, as empresas deste setor tendem a aumentar sua lucratividade e, por sua vez, a relevância deste setor na economia tem atraído olhares de investidores nacionais e internacionais que buscam diversificar sua carteira (CHEN *et al.*, 2015).

Estudos revelam que investir em títulos com menor risco é uma reação comum durante períodos econômicos de incerteza (CLARK *et al.*, 2012). Segundo Dirks (1958) e Ang, Chen e Xing (2006), empresas ligadas ao setor agroindustrial apresentam, historicamente, uma característica defensiva, o que garante, em tempos de dificuldades econômicas, uma certa estabilidade.

Constata-se que mesmo com tamanha relevância da temática, não se encontram, para o mercado brasileiro, índices específicos que reflitam a realidade do risco de mercado do setor de agronegócio (OTTONELLI, CERETTA, VIEIRA, 2015). Essa é uma condição importante, pois há milhares de empresas de capital fechado que atuam em um segmento que representa mais de 1/5 do PIB nacional cujas características de risco são distintas das demais empresas industriais, serviços ou extrativistas (COSTA *et al.*, 2013; SILVEIRA, SANTOS, RODRIGUES, 2017).

Como maior exportador de alimentos do mundo, o risco em que estão expostos os agentes das diferentes cadeias do agronegócio brasileiro perpassa por fatores climáticos, ecológicos, tecnológicos, multiplicidade de taxas de câmbio, diferentes políticas regulatórias e

de subsídios internacionais, acordos multilaterais e a dinâmica do mercado consumidor (MOREIRA, BARREIROS, PORTIL, 2011). Diante disso, é possível que o risco desse setor seja distinto do mercado brasileiro.

O principal índice representativo do mercado acionário brasileiro é o Ibovespa. Este é constituído pelas ações e *units* exclusivamente de companhias listadas na B³ e é tido como o indicador de desempenho médio dos ativos mais negociados e representativos da bolsa brasileira (BM&FBOVESPA, 2018).

Entretanto, em sua composição, não são contemplados, com relativa significância, ativos que expressem a importância do agronegócio. Destacam-se, por exemplo, grandes empresas *tradings* do setor e que não possuem ações listadas, como: Cargill, Bunge, Louis Dreyfus, além de grandes cooperativas como a COOPERSCUCAR e a COOXUPÉ que são as maiores *tradings* de açúcar e café do mundo.

Outro fator que dificulta o posicionamento de empresas do agronegócio nos índices de mercado é a pequena quantidade de empresas listadas na B³ (atualmente, menos que 300 empresas), de modo que milhares ainda são empresas do tipo “Limitada” ou de Capital Fechado, o que restringe, também, o acesso às suas informações contábeis financeiras.

Devido a tamanha relevância deste setor para o mundo, a *Standard & Poor's* criou o *Índice S&P Global Agribusiness*, o qual inclui 24 das maiores empresas de agronegócio de capital aberto de todo o mundo. Este é composto por diferentes integrantes da cadeia como: produtores, distribuidores e processadores e empresas de equipamentos e fornecedores de materiais (STANDARD&POOR'S, 2018).

Tal índice poderia auxiliar investidores na tomada de decisão com relação à composição de sua carteira de investimentos. Porém, a grande maioria dos produtores rurais e empresas agroindustriais estabelecidas no Brasil não apresentam o mesmo porte, poder financeiro e condições que estas grandes empresas, o que também inviabilizaria a utilização deste índice como uma carteira de mercado eficiente para o Brasil.

Ottonelli, Ceretta e Vieira (2015) analisaram o mercado agroindustrial sob a ótica das *commodities* como alternativa de investimento e de redução de risco de carteira. Estes autores concluíram que, para o mercado brasileiro, investir em *commodities* causa um efeito muito limitado na diversificação de carteiras.

A diversificação dos investimentos é extremamente importante para a tomada de decisão dos investidores. Os benefícios da diversificação ficam evidentes através da redução do risco (desvio-padrão) de um portfólio conforme são inseridos mais ativos (ASSAF NETO, LIMA, ARAUJO, 2008).

Sabe-se que, segundo a renomada Teoria do Portfolio de (MARKOWITZ, 1952), a relação entre risco e retorno esperado de uma carteira de ativos pode se mostrar mais eficiente se levarmos em consideração apenas o investimento em um único ativo.

Complementando este célebre trabalho que traz à tona a composição de uma carteira de investimento é o artigo de William Sharpe *Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under conditions of risk*, apresentando o *Capital Asset Pricing Model* (CAPM). Este representa um modelo para precificação de ativos em mercados de títulos de risco em equilíbrio (SHARPE, 1964).

O CAPM é o modelo de precificação de ativo mais antigo e mais utilizado internacionalmente (BROWN, WARNER, 1985). Este modelo foi proposto, inicialmente, por Sharpe (1964), Lintner (1965) e Mossin (1966) e pondera, como principal fator de preço de um ativo o risco não diversificável que este possui definido a partir de uma carteira de mercado diversificada (AZEVEDO, SANTOS, CAMPOS, 2016).

O modelo CAPM apresenta, em sua composição, uma carteira de mercado, muitas vezes não identificável como uma carteira perfeitamente eficiente (ROLL, 1977). Usualmente, utiliza-se como *proxy* para a taxa de retorno de mercado, o índice de mercado (JOHNSON, LAWSON, 2016). No Brasil, o índice de mercado comumente utilizado é o Ibovespa.

Diante desta constatação, levanta-se a questão central que motivou essa pesquisa: a carteira de mercado, refletida no Índice Ibovespa, expressa com significância a importância do agronegócio brasileiro, proporcionando uma avaliação acurada a um ativo que esteja inserido neste contexto econômico e exprimindo seu risco sistemático?

Portanto, o objetivo central deste estudo é propor uma carteira de mercado que reflita o setor do agronegócio brasileiro e sirva como parâmetro para a análise de investimento em toda a cadeia.

A fim de responder os problemas da atual pesquisa e com base no levantamento das séries históricas do Ibovespa, de ações negociadas na B3, do Valor Bruto de Produção e do tratamento estatísticos, postularam-se os seguintes objetivos:

1. Propor uma carteira diversificada de ativos agrícolas que seja condizente com a realidade do agronegócio brasileiro.
2. Verificar a confiabilidade do índice proposto como carteira de mercado para o setor de agronegócio.

A proposta inovadora desse estudo é utilizar o preço dos produtos agropecuários negociados em mercados organizados (Bolsa de Mercados Futuros) ou com alguma organização (i.e. CEAGESP) como *proxy* às *units* do mercado acionário para a construção da

carteira teórica. A estratégia em utilizar o preço dos produtos agropecuários como base para a carteira do agronegócio no Brasil deve-se as seguintes proposições:

i) Em 2017, a produção primária correspondeu a 29% do PIB Agropecuário do Brasil segundo o CEPEA;

ii) Os preços dos produtos agrícolas quando negociados em mercados organizados com algum nível de organização conseguem apresentar maior nível de eficiência quanto a liquidez, publicidade dos preços praticados e pulverização de oferta e consumo, logo o preço tende a refletir os interesses e expectativas da oferta e procura.

iii) a produção agrícola é o elo de inflexão da cadeia do agronegócio, pois as empresas a “montante” como insumos e serviços técnicos direcionam suas ações para melhorias de produtividade e qualidade da produção agropecuária e está quando realizada é a matéria-prima para toda a cadeia a “jusante”. Portanto, acompanhar as modificações nesse elo pode servir como parâmetro ou balizador para as demais empresas

Neste sentido, este estudo está organizado em mais três seções subsequentes. Na próxima, apresenta-se a fundamentação teórica sobre a composição de uma carteira e a teoria de portfólio, tendo como destaque o modelo CAPM e seus desdobramentos com novas metodologias desenvolvidas ao longo dos anos. Ressalta-se também os critérios para construção e análise de uma carteira de ativos. Outro ponto a ser referenciado é o mercado de agronegócio brasileiro, sua importância e fornecer proposições de uma carteira de mercado que reflita o agronegócio como um todo.

A terceira seção discute os materiais e métodos que balizaram a pesquisa e delimitaram a extensão e resultados. Já a quarta seção apresenta os resultados da pesquisa e estimula discussões acerca da literatura abordada.

Por fim, há que se destacar as considerações, aplicações e implicações acadêmicas, profissionais e sociais deste estudo. As referências encerram o trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico divide-se em três partes. Na primeira parte, são apresentadas a fundamentação conceitual e teórica para modelos de precificação de ativos e composição de carteira. Em seguida, busca-se evidenciar e apresentar os principais critérios para construção e análise de carteira de ativos, destacando-se a importância das aplicações do CAPM de Sharpe (1964), Lintner (1965) e Mossin (1966) na elaboração do fluxo de caixa descontado e na obtenção do *Weighted Average Capital Cost* (WACC). Por fim, a última seção busca realizar a proposição de uma carteira de mercado alternativa que reflita com melhor significância o setor do agronegócio, contrapondo-se a carteira tradicional utilizada em estudos e em testes empíricos, através do Ibovespa.

2.1 Composição de Carteira – Teoria do Portfólio

Um dos assuntos mais discutidos, estudados e pesquisados em finanças são os modelos de precificação de ativos (SANTOS, FAMÁ, MUSSA, 2012). Para Damodaran (1997), do momento de alocação de ativos até a sua avaliação, são fundamentais em decisões de investimento: a previsão de retornos, as formas de mensuração, compensação e extensão do risco.

O renomado trabalho de Markowitz (1952), que trata da teoria das carteiras ou teoria do portfólio, explica tomada de decisão dos investidores racionais, os quais possuem aversão ao risco. Portanto, quanto maior o risco de determinado investimento, maior retorno será exigido pelos investidores.

Tais variáveis, risco e retorno, são fundamentais para os investidores. Haja vista que o retorno futuro não pode ser determinado, este é considerado como algo “esperado” ou “antecipado” em descontando a valor presente (FELLET, 2016).

A teoria da racionalidade econômica dos investidores e sua aversão ao risco, traz à tona duas premissas. A primeira de que os investidores optam por investimentos com menores riscos, desde que apresentem retornos esperados equivalentes, e a segunda, apresentando riscos semelhantes, aqueles escolheriam investimentos com maiores retornos.

De maneira a simplificar a percepção dos investidores, estes estariam em acordo quanto à distribuição de probabilidades das taxas de retornos dos ativos, assegurando assim, a existência de um conjunto de carteiras eficientes (MARKOWITZ, 1952).

O retorno de uma carteira é representado pela média ponderada do retorno dos ativos individuais e sua representatividade é definida pelo investidor. Uma carteira selecionada como sendo a de maior retorno esperado, não apresenta necessariamente a menor variância.

Investidores enfrentam um *trade-off* constante entre as variáveis risco e retorno, podendo obter um retorno esperado maior, assumindo um risco também maior, ou reduzi-lo, restringindo o risco. Portanto, os indivíduos ajustam seus investimentos de acordo com os riscos que estão dispostos a correr (MARKOWITZ, 1959).

Segundo Markowitz (1952), a teoria do portfólio ressalta a diversificação como fator fundamental para mitigação dos riscos. Para Martins (2009), com o objetivo de mitigar o risco individual de cada ativo, a diversificação ocorre através da alocação dos recursos dos investidores em diversos ativos.

Desta maneira, uma carteira de investimento considerada eficiente deve objetivar obter o máximo de retorno, tendo em contrapartida, o menor risco possível (CASTRO, CALVAS e KNOKE, 2015).

Harry Markowitz (1952), precursor da teoria do portfólio ou da carteira de investimento, demonstrou através de seu artigo com o nome “*Portfolio selection*” um sistema de carteiras eficientes, buscando garantir o maior retorno esperado para determinado nível de risco.

Desta maneira, buscando reduzir o risco, o autor avaliou que é melhor possuir inúmeros ativos em uma carteira do que investir em um único ativo individualmente. O desvio-padrão é a forma para se medir o risco de um ativo financeiro. Este apresenta um valor quando analisado individualmente e outro diferente quando é parte integrante de uma carteira (CASTRO, CALVAS, KNOKE, 2015).

Entretanto, mesmo havendo a maior diversificação possível, sempre há um risco remanescente. O fato ocorre, pois se observa uma correlação entre os ativos, não podendo ser eliminada pela diversificação (FELLETT, 2016).

Buscando reduzir esta correlação, além de investir em ativos diversos, é necessário investir em ativos que possuam baixa covariância entre si, tornando-se preferível o investimento em empresas que atuam em setores diferentes, sobretudo setores com diferentes aspectos econômicos.

Markowitz (1959, p. 3) infere que “[...] um bom portfólio de ativos é mais que uma grande quantidade de títulos e de boas ações. É um conjunto balanceado, com objetivo de fornecer ao investidor proteção e oportunidades em um conjunto de situações adversas”.

Tendo o propósito de mensurar a variável do risco de uma carteira, Markowitz (1952) utiliza-se da equação do risco (desvio-padrão) de uma carteira com “n” ativos de acordo com a equação 1:

$$\sigma_p^2 = \sum_{x=1}^n W_x^2 \sigma_x^2 + \sum_{x=1}^n \sum_{y=1}^n W_x W_y \text{cov}_{x,y} \quad (1)$$

Onde,

σ^2 = variância da carteira

W_x = proporção de investimento no ativo x

n = número total de ativos na carteira

$\text{cov}_{x,y}$ = covariância entre os retornos dos ativos x e y

Ressalta-se que a covariância e o coeficiente de correlação de Pearson (R de Pearson), podem ser expressos conforme as equações 2 e 3:

$$\text{cov}_{(x,y)} = \frac{\sum(x-\bar{x}).(y-\bar{y})}{n-1} \quad (2)$$

$$r_{x,y} = \frac{\text{cov}_{x,y}}{\sigma_x \cdot \sigma_y} \quad (3)$$

Onde,

$r_{x,y}$ = coeficiente de correlação linear de Pearson entre os ativos x e y

De acordo com Damodaran (2010), o risco ocorre devido os desvios dos retornos esperados dos retornos reais, ocasionados por inúmeras situações, subdividindo-se em dois tipos: os que são inerentes aos ativos escolhidos para composição da carteira e aqueles que se aplicam a todos os investimentos, também chamado de risco de mercado.

Se uma carteira for diversificada com inúmeros títulos, os fatores específicos que os ativos são expostos são divididos, diminuindo assim a volatilidade e, conseqüentemente, o risco desta (risco diversificável), podendo, na teoria, até ser eliminado (ASSAF NETO, 2014; CASTRO, CALVAS, KNOKE, 2013).

Gonçalves (2005) define com risco diversificável os resultados inerentes à administração e do setor de atuação dos ativos, resultados dos aspectos financeiros, portanto, é inerente e próprio de cada ativo ou instituição que está dentro de uma conjuntura econômica.

A sensibilidade de um ativo, título ou ação à uma carteira pode ser determinada pelo coeficiente beta, que é o coeficiente de regressão linear expresso entre os retornos do título e os retornos da carteira de mercado.

Entretanto, mesmo que se adicione um enorme número de ações, é impossível não haver risco, pois praticamente todos os ativos sofrem influências de fatores macroeconômicos (risco sistemático ou não diversificável).

De acordo com Ross, Jaffe e Westerfield (2002), o risco sistemático é aquele que exerce influência sobre inúmeros ativos de uma vez, cada um com uma intensidade e de maneira específica.

Pode ser interpretado como riscos da conjuntura macroeconômica, como crises cambial, política, econômica, dentre outras, permanecendo na carteira independentemente da diversificação. Por atingir o mercado de uma maneira geral e ampla, é considerado relevante para os investidores (ASSAF NETO, LIMA, ARAUJO, 2008).

A teoria do portfólio é trazida, no âmbito agrícola, na determinação da carteira agrícola de maneira a analisar a diversificação de culturas, armazenamento e formas de produção, com reflexos nos riscos operacionais.

Martins (2009), como também Dill, Souza e Borba (2010) trazem trabalhos que buscam evidenciar o risco incorrido a partir da volatilidade dos preços de *commodities* agrícolas na diversificação de “dentro da carteira”.

Santos, Botelho Filho e Soares (2008) abordaram a temática da diversificação a partir da simulação de uma carteira composta de soja, milho e feijão, analisando os resultados de risco e retorno desta a partir da verificação do peso nos investimentos alocados e a redução da variância do retorno esperado com relação à estratégia de apenas armazenar soja.

Castro *et al.* (2013) e Castro, Calvas e Knoke (2015), através do modelo em projetos de otimização do uso da terra, compararam sistemas agrícolas convencionais com sistemas conservacionistas e orgânicos diversificados. Farinelli *et al.* (2018) utilizaram a teoria das opções reais para identificar o valor da flexibilidade gerencial em diversificar a produção de maneira a reduzir o risco e aumentar os resultados do empreendimento rural utilizando a opção de troca entre as culturas de cana e soja.

Assim, ainda que esses estudos tenham se concentrado na análise de risco para projetos de investimentos específicos, nota-se que o uso das variações dos preços das *commodities*

agrícolas para esse fim tem sido crescente, como forma de superar as limitações no uso de indicadores de mercado, conforme apontam Farinelli *et al.* (2018).

2.2 O risco sistemático e sua importância para análise de investimentos

Ao longo dos anos, inúmeras premissas concernentes aos preços e ao comportamento dos agentes econômicos foram utilizadas para se criar estratégias de investimentos em ativos (PALAZZO *et al.*, 2018). Damodaran (2007) atribui a utilização destas estratégias através do nome de filosofias de investimentos.

Estas filosofias influenciam nos critérios para construção e de análise de portfólio. Markowitz (1952) estabeleceu as premissas da análise de portfólio, destacando que sua técnica tinha como objetivo a otimização da carteira a partir de escolhas pré-definidas pelo investidor. William Sharpe (1964), Lintner (1965) e Mossin (1966) avançaram neste campo, analisando e dimensionando o risco e retorno dos ativos ou portfólios, criando-se o modelo de precificação de ativos intitulado de *Capital Asset Pricing Model* (CAPM). Seu desenvolvimento possibilitou a simplificação das ideias de Markowitz (BROWN, WALTER, 2012).

Este modelo é embasado na premissa da existência de um mercado eficiente, derivado da teoria do portfólio de Markowitz (1952), relacionando os componentes de risco e retorno dos ativos (MARTINS, 2009).

No Brasil, há inúmeros artigos acadêmicos que abordam o CAPM e suas variantes, comparando-o com outros modelos (ARAÚJO, OLIVEIRA, SILVA, 2012).

Por este modelo, o retorno de um ativo livre de risco e o prêmio pelo risco assumido na aquisição de um ativo, ponderado por um fator beta, que mede a sensibilidade dos retornos deste ativo com relação aos retornos da carteira mercado, determinam o retorno “justo” de um ativo qualquer (SHARPE, 1964; LINTNER, 1965; MOSSIN, 1966).

Destaca-se a existência da relação de risco e retorno de um investimento, evidenciando que quanto maior o risco tomado, ou seja, quanto maior a chance de não atingir os resultados esperados, maior é o retorno esperado do mesmo.

O método é sustentado em três principais componentes: retorno do ativo livre de risco, o “ β ” (beta) como indicador do risco de um ativo em relação a uma carteira de referência e o prêmio por assumir um risco (SHARPE, 1964; LINTNER, 1965; MOSSIN, 1966).

Para Assaf Neto (2014), o desenvolvimento do modelo é fundamentado nas seguintes hipóteses: o mercado é eficiente; há aversão ao risco por parte dos investidores; os ativos possuem comportamento de distribuição normal; todas as restrições para investimentos são

inexistentes; as expectativas dos investidores são idênticas, suportando assim suas tomadas de decisões; há taxa de juros de mercado é tida como livre de risco e; os investidores buscam otimizar o retorno ajustado ao risco por média variância. Portanto, o investidor opta por investimentos com maiores retornos, caso haja riscos iguais; e diante de retornos iguais, seleciona investimentos com menores riscos.

Desta maneira, outras contribuições do modelo CAPM são a evidência da combinação de um ativo livre de risco com o retorno exigido pelos investidores através dos investimentos em ativos de risco e a possibilidade de se precificar ativos, através do cálculo do custo de capital das empresas, sendo este proporcional à taxa de rentabilidade exigida pelos investidores por terem assumido o risco de mercado (ROGERS, SECURATO, 2009; FELLET, 2016).

Este risco “beta”, tornou-se elemento icônico do modelo (BENSON, FAFF, 2012). Em um mercado competitivo, é premissa do modelo que o prêmio pelo risco seja influenciado pelo risco sistemático denominado de β (beta) (NOVAK, 2009).

De outra forma, o risco “ β ” do negócio pode ser definido como a incerteza que não pode ser eliminada pela diversificação em relação aos futuros retornos esperados em um negócio.

A fórmula do cálculo do coeficiente “ β ” é determinado pelo quociente entre a covariância do retorno do ativo em relação ao retorno do portfólio (mercado) dividido pela variância do portfólio (mercado) (SHARPE, 1964), conforme a equação 4:

$$\beta_{i,m} = \frac{\text{cov}(R_i, R_m)}{\text{var}(R_m)} \quad (4)$$

Onde,

R_i = retorno do ativo individual

R_m = retorno da carteira de mercado

O indicador de risco “ β ” representa o risco sistemático de um investimento em relação ao risco da carteira de mercado. Pode ser interpretado como medida de risco tanto para um ativo individual ou setor em relação a variações nos retornos do mercado como um todo.

O “ β ” deve ser interpretado da seguinte maneira:

$\beta = 1$ o ativo apresenta o mesmo risco sistemático que a carteira;

$\beta < 1$ o ativo apresenta menos risco sistemático que a carteira;

$\beta > 1$ o ativo apresenta mais risco sistemático que a carteira.

Haja vista que o risco “ β ” relaciona-se com a carteira de mercado, pode-se inferir que quanto maior o beta, maior o prêmio pelo risco e o retorno exigido pelo investidor. O intervalo de tempo e a frequência dos dados utilizados nos cálculos dos retornos são fundamentais para o cálculo do beta, podendo gerar betas diferentes dependendo destes fundamentos (COPELAND, KOLLER, MURRIN, 2002).

Simplificadamente, a intuição aplicada ao CAPM prevê que um investimento deve apresentar um retorno igual ao rendimento de um ativo livre de risco, mais um prêmio por ter assumido o risco relativamente ao mercado, ponderado pelo risco sistemático “ β ”, conforme a equação 5:

$$R_e = R_f + \beta(\bar{R}_M - R_f) \quad (5)$$

Onde,

R_e =custo de capital próprio

R_f =retorno do ativo livre de risco

\bar{R}_m =retorno esperado da carteira representativa de mercado

β_i =risco sistemático do investimento em relação ao risco da carteira de mercado

$\bar{R}_m - R_f$ =prêmio pelo risco da carteira representativa de mercado

Este modelo apresentado é criticado por ser considerado uma versão estática, pois o risco sistemático não se altera com o passar do tempo, e apresentar um único fator de ponderação para explicar a diferença de retorno exigido entre os ativos, o beta.

Inúmeros pesquisadores do mundo inteiro passaram a testar empiricamente a eficiência do modelo CAPM. Muitos daqueles encontraram evidências robustas condizentes com o modelo. Destacam-se Lintner (1965) Black, Jensen e Scholes (1972) e Fama e Macbeth (1973).

Lintner (1965) e Black, Jensen e Scholes (1972) evidenciaram algumas pressuposições que sustentam o CAPM e que também indicam suas limitações. São elas: (i) qualquer investidor tomar emprestado e emprestar à uma taxa livre de risco, R_f ; (ii) não há custos de transação e impostos; (iii) há que se maximizar a utilidade da proporção média-variância, sendo os indivíduos avessos ao risco; e (iv) os ativos podem ser negociados em quaisquer quantidades.

No entanto, outros modelos buscaram identificar padrões que explicavam os retornos de ativos e que não eram evidenciados pelo tradicional CAPM, conhecidos como anomalias de mercado. Dentre estes, destacam-se os trabalhos Banz (1981), Lakonishok e Shapiro (1986), Jaffe, Keim e Westerfield (1989) e Fama e French (1992).

Alguns destes autores sugeriram melhorias ao modelo CAPM com a inclusão de novas variáveis. Para Fama e French (1993), através do modelo dos três fatores, que ponderavam que as variações dos retornos das ações se devem ao mercado, ao tamanho da empresa e ao índice *book-to-market*, que representa a relação entre o valor contábil e o valor de mercado da empresa.

Segundo os próprios Fama e French (1996; 2004), o modelo dos três fatores consegue assimilar boa parte das anomalias não capturadas pelo fator mercado, com exceção da anomalia momento.

A anomalia do momento foi introduzida por Carhart (1997), originando-se assim o modelo de quatro fatores. Este pesquisador obteve evidências empíricas da superioridade deste modelo sobre o de três fatores no que tange a explicação dos retornos.

Segundo Aharoni, Grundy e Zeng (2013) e Novy-Marx (2013) as variáveis lucratividade e capacidade investimento impactam nos retornos médios das ações, resultando assim em variáveis importantes à precificação dos ativos.

Fama e French (2015) analisaram que tais variáveis poderiam impactar a precificação de ativos, complementaram seu modelo de três fatores, criando *proxies* para tais, incorporando-as e desenvolvendo o modelo de cinco fatores.

Este modelo foi testado e comparado com o de três fatores para o mercado australiano, apresentando melhor poder explicativo (CHIAH *et al.*, 2016).

Para Fernandes, Fonseca e Iquiapaza (2018) que analisaram modelos de desempenhos e sua relação com fundos de investimento, o CAPM apresentou um menor desempenho devido às suas anomalias e limitações.

Outras vertentes e generalizações do modelo CAPM surgiram ao longo dos anos buscando corrigir falhas e aumentar seu poder explicativo. O *intertemporal capital asset pricing model* (ICAPM) foi desenvolvido com o objetivo de melhorar o modelo CAPM para uma conjuntura intertemporal (MERTON, 1973).

Posteriormente, Lucas (1978), Breenden (1979), Grossman e Shiller (1981), Hansen e Singleton (1982; 1983) formularam o C-CAPM, captando a relação entre consumo e o retorno dos ativos.

Já Campbell (1993) incrementou o modelo através da introdução de variáveis que refletiam os retornos esperados e o risco mudando ao longo do tempo decorrente da riqueza e consumo agregados.

“Entre as variações do CAPM, atualmente destaca-se, na literatura, um modelo que incorpora as variâncias e covariâncias que se alteram no tempo, o *conditional capital asset model*. O principal pressuposto é que o risco sistemático não seja estável.” (SILVA, PINTO, MELO, 2012, p. 111).

O CAPM também é criticado com relação à carteira de mercado, pois não se pode identificar uma carteira de mercado perfeitamente eficiente (ROLL, 1977). Entretanto, alguns autores têm se proposto a solucionar tal crítica.

A inclusão do maior número de ativos possíveis tem sido adotada como forma de mitigar tal crítica, aumentando, assim, a abrangência da carteira de mercado (ARAÚJO, FAJARDO, TAVANI, 2006).

Stambaugh (1982) e Campbell (1993) buscaram expandir a carteira e incluir outros ativos do mercado estadunidense. O primeiro inclui ações, títulos, automóveis e imóveis em sua carteira. Já o segundo levou em consideração o capital humano na composição do risco e retorno de uma carteira.

Por outro lado, alguns trabalhos demonstraram que mesmo carteiras com alto grau de diversificação com inúmeras ações de uma amostra apresentam falhas no que concerne ao relacionamento entre retorno médio com o beta, indicando uma certa ineficiência da carteira de mercado (ROLL, ROSS, 1994; KANDEL, STAMBAUGH, 1995).

Além disto, estes trabalhos evidenciam que a fronteira eficiente de ativos, derivada a partir dos índices de mercado, é diferente da verdadeira fronteira eficiente. Resulta-se, portanto, que os índices de mercado contribuem para o modelo desde que sejam próximos de serem eficientes.

Para o mercado brasileiro, as variáveis *proxies* mais utilizadas para a carteira de mercado e ativo livre de risco são, respectivamente, o Índice da Bolsa de Valores de São Paulo (Ibovespa) e o Certificado de Depósito Interbancário (CDI) ou a taxa SELIC (ARAÚJO, OLIVEIRA, SILVA, 2012).

Entretanto, Paiva (2005) infere que, para os mercados emergente, o CAPM tende a ser falho na explicação do retorno do ativo ou do portfólio devido à baixa representatividade do índice de mercado, no caso brasileiro, o Ibovespa.

Já para Araújo, Fajardo e Tavani (2006), buscando provar tal eficiência, evidenciaram que o retorno do Ibovespa, como carteira de mercado, mostrou-se eficiente e de razoável

utilização. Mesmo quando comparado com outros índices propostos. Entretanto, ainda há que se buscar correlacionar aquele com outros índices setoriais.

Desta maneira, no modelo CAPM, as principais variáveis que interferem nos critérios para construção de uma carteira de ativos são o risco sistemático, expressado pelo coeficiente “ β ” e prêmio pelo risco, determinado pela diferença entre o retorno esperado de uma carteira de mercado e um ativo livre de risco.

Realizando-se a regressão da equação, onde o retorno excedente de um título ou de uma carteira ($R_i - R_f$) é regredido contra o retorno excedente do índice ($R_m - R_f$), encontra-se o intercepto da regressão, que é denominado de alfa de Jensen. Esta variável “consiste no retorno excedente esperado do título quando o retorno excedente de mercado for zero” (BODIE, KANE, MARCUS, 2010).

Para a aplicação de testes utilizando o método CAPM, existem pressupostos importantes a serem analisados. São estes: a) a variável alfa de Jensen não pode ser significativamente diferente de zero; b) a taxa de retorno do ativo com risco é explicada, exclusivamente, pela variável “ β ”; c) a decisão de escolha entre risco e retorno deve ser linear; e d) o retorno excedente do índice deve ser positivo, ou seja, o retorno da carteira de mercado deve ser maior que o retorno do ativo livre de risco.

Mesmo com inúmeras críticas e propostas de melhorias, o modelo estático demonstra-se ser amplamente utilizado nos âmbitos acadêmico e empresarial na estimação do custo de capital próprio, através de testes empíricos com resultados robustos, evidenciando seu assentimento à economia real (GREGORY, HUA, THARYAN, 2018; BROTHERSON *et al.*, 2013; BROWN, WALTER, 2012).

Além das variáveis de risco e retorno, outro ponto fundamental para a construção de uma carteira é a análise de sua performance. No universo das finanças corporativas, uma das premissas fundamentais é a que o investidor racional deve buscar maximizar sua riqueza no limiar da utilização de recursos naturais, sociais e norteados por princípios éticos (DAMODARAN, 2007; ASSAF NETO, 2014).

A riqueza é gerada através da maneira como os investidores alocam seus recursos e como se financiam para realizar seus investimentos (GRAHAM, HARVEY, 2001). Estes, por sua vez, geram valor a partir do gerenciamento de seus fluxos de caixa (CORRÊA, KLIEMANN NETO, DENICOL, 2016).

As técnicas de gestão de fluxo de caixa utilizadas nas finanças corporativas tradicionais também são aplicadas para análises de investimentos realizados no agronegócio. Predomina-se o cálculo do Valor Presente Líquido (VPL) por meio do Fluxo de Caixa Descontado (FCD)

para se encontrar a viabilidade de investimento em um projeto, ativo ou portfólio (BONACIM *et al.*, 2013; KOMAREK, LI, BELLOTTI, 2015; SANTOS *et al.*, 2016).

Entretanto, a utilização da estratégia de diversificação, através do aumento do portfólio produtivo no âmbito do agronegócio, envolve diversos fatores, dentre eles, técnicos, operacionais e financeiros, requerendo maiores investimentos, afetando o planejamento (GAMEIRO, ROCCO, CAIXETA FILHO, 2016; FARINELLI, 2017). Desta maneira, é necessário a utilização de ferramentas para a melhor gestão do negócio, gerenciamento das atividades e tomada de decisões.

No que tange às características das atividades agrícolas, o Fluxo de Caixa (FC) é tido como ferramenta elementar, atuando no equilíbrio financeiro e na rentabilidade, pois estas atividades apresentam como fatores inerentes um ciclo operacional grande e giro de caixa baixo (SILVA, 2012).

Desta maneira, (LIMA *et al.*, 2016) apresentam outras características inerentes às atividades agrícolas e que diferem de outras atividades: a) ciclos de produção longos, desencaixe temporal do prazo médio de recebimento com o prazo médio de pagamento; b) a taxa de ocupação dos ativos é baixa; c) altos custos financeiros; e d) desencaixe das compras dos insumos com as vendas projetadas.

Desta maneira, a utilização da ferramenta gerencial Fluxo de Caixa (FC), que objetiva garantir a liquidez e rentabilidade através do registro das entradas e saídas de caixa de uma empresa, sejam elas financeiras ou operacionais, proporcionando um controle do caixa e servindo como importante ferramenta de decisão (CORRÊA, KLIEMANN NETO, DENICOL, 2016), é de extrema importância para o empresário rural reduzir os impactos econômicos e financeiros inerentes à sua atividade.

Outro importante mecanismo de investimento e gestão, proporcionado pela elaboração do Fluxo de Caixa, é o Fluxo de Caixa Descontado (FCD). Através deste, fundamentam-se decisões de investimentos embasados nos gastos expressos no caixa empresarial e na capacidade de evidenciar ao investidor concomitantemente informações relativas ao retorno, valor agregado e tempo (BONACIM *et al.*, 2013; LIMA *et al.*, 2016).

Neste mecanismo, o valor de um determinado ativo se relaciona a sua capacidade de gerar caixa, seu risco e a sua vida útil (SANTOS, JURCA, 2013). A sua metodologia de cálculo se dá através da obtenção do fluxo de caixa livre para o investidor durante a vida útil do investimento, sendo que os valores obtidos são descontados à taxa de juros, a qual representa o mínimo retorno exigido do capital, geralmente designado como o Custo Médio Ponderado de

Capital (CMPC) ou *Weighted Average Cost of Capital* (WACC) (PEREIRA *et al.*, 2015). Portanto, o fluxo de caixa é apresentado em Valor Presente Líquido (VPL).

Sabe-se que o investidor tem a possibilidade de realizar investimentos com capital próprio e de terceiros. Neste caso, o custo do capital a ser utilizado para cálculo do VPL é uma média ponderada entre o custo do capital próprio e de terceiros.

O entendimento do cálculo do VPL de um investimento, dá-se através da taxa de desconto dos fluxos de caixa futuro (FARINELLI, 2017). É através desta taxa que o investidor analisa suas possibilidades de investimentos. O cálculo do WACC é evidenciado pela equação 6:

$$WACC = \left[k_e \cdot \left(\frac{E}{D+E} \right) \right] + \left[k_d \cdot \left(\frac{D}{D+E} \right) \cdot (1-T) \right] \quad (6)$$

Onde,

k_e = custo do capital próprio da empresa

E = valor de mercado do capital próprio da empresa

D+E = capital total da empresa

k_d = custo do capital de terceiros

D = valor de mercado do capital de terceiros

(1-T) = benefício fiscal

Enquanto o custo do capital de terceiros (k_d) é definido pela taxa de juros que a empresa contraiu as dívidas menos o benefício fiscal, o custo de capital próprio da empresa (k_e) é definido pelo *Capital Asset Pricing Model* (CAPM), conforme equação 7:

$$k_e = R_f + \beta_i (R_m - R_f) \quad (7)$$

Onde,

R_f = retorno do ativo livre de risco

β_i = risco do negócio

$(R_m - R_f)$ = prêmio pelo risco da carteira de mercado

Desta maneira, para se calcular o custo de capital próprio de um ativo ou de uma carteira, são primordiais as escolhas do ativo livre de risco e a carteira de mercado mais representativa.

Com relação à taxa livre de risco (R_f), Araújo, Oliveira e Silva (2012), 27,91% dos trabalhos que aplicaram o CAPM no Brasil utilizaram o CDI, como taxa livre de risco, corroborando sua eficiência e a do modelo.

Já com relação à escolha da carteira representativa de mercado, a qual é vital para o cálculo de seu retorno esperado (\bar{R}_m), Araújo, Fajardo e Tavani (2006) evidencia que o Ibovespa é eficiente e de razoável utilização. Entretanto, Paiva (2005) afirma que este índice é de baixa representatividade, possuindo assim, inúmeras limitações.

Se tal limitações são consideradas para o mercado em geral, qual seria a melhor carteira representativa de mercado para analisarmos investimentos voltados para o agronegócio?

2.3 Proposições de uma carteira de mercado para o agronegócio

A cada ano que passa, o agronegócio brasileiro vem ganhando cada vez mais representatividade na produção nacional, atingindo, em 2017, uma participação no Produto Interno Bruto de 21,6% (CEPEA, 2018). Entretanto, poucas pesquisas foram elaboradas para analisar a performance histórica de empresas ligadas ao agronegócio (KATCHOVA, ENLOW, 2013).

Cada vez mais, os produtores devem aumentar sua competitividade, exigindo-se uma permanente revisão de planejamento e organização das suas atividades, incluindo questões operacionais até o relacionamento com os diferentes elos da cadeia produtiva (MOREIRA *et al.*, 2012). Tal destaque justifica um olhar mais profundo neste setor, especialmente no que tange ao risco dos empreendimentos nele inseridos.

Neste contexto, o estudo sobre o desempenho das culturas do agronegócio brasileiro é relevante por representar, ao mesmo tempo, a sustentabilidade econômica e financeira das empresas, dos produtores rurais e dos investidores inseridos neste mercado.

Ressalta-se que o setor de agronegócios tem sua representatividade expressa na B³ (Brasil, Bolsa, Balcão) destacada por um índice específico, o Índice de Commodities Brasil (ICB) contendo apenas 5 ativos elegíveis para sua composição: café arábica, etanol hidratado, boio gordo, milho e soja.

Segundo Kubrusly (2001), para se tentar construir um índice, é necessário primeiramente selecionar determinadas variáveis, e, posteriormente, ponderá-las com respectivos pesos.

“A carteira de um índice pode ser formada segundo critérios de liquidez ou de valor de mercado das companhias e pode ser limitada a um número arbitrário de empresas” (THOMÉ

NETO, LEAL, ALMEIDA, 2011). O índice de mercado mais comum do mercado brasileiro é o Ibovespa.

O Ibovespa é o resultado de uma carteira teórica de ativos, que reflete não apenas as variações nos preços dos ativos integrantes do índice no tempo, mas também o impacto que a distribuição de proventos por parte das companhias emissores desses ativos teria no retorno do índice. Este índice é considerado um índice de retorno total.

Com relação à sua metodologia de composição, na carteira do índice são incorporados valores referentes a: dividendos; juros sobre capital próprio e rendimentos (valor líquido do imposto); direitos de subscrição; valor de qualquer ativo recebido que seja diferente dos ativos originalmente possuídos; valor de quaisquer direitos de subscrição de ativos diferentes dos ativos originalmente possuídos; os ativos decorrentes de subscrições consideradas economicamente vantajosas para os investidores na mesma espécie e classe. Na carteira, mantém-se os ativos recebidos a título de bonificação ou desdobramento (B³ - BRASIL, BOLSA, BALCÃO, 2019).

Este indicador não representa todos os ativos listados na bolsa brasileira. Tem por objetivo retratar o desempenho médio das cotações dos ativos de maior negociabilidade e representatividade do mercado de ações brasileiro (B³ - BRASIL, BOLSA, BALCÃO, 2019). A composição do Ibovespa no primeiro quadrimestre de 2019 era composta de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1. Composição da carteira teórica do Ibovespa para o primeiro quadrimestre de (janeiro a abril) de 2019

Código	Ação	Part. (%)
LOGG3	LOG COM PROP	0,027
VVAR3	VIAVAREJO	0,127
ECOR3	ECORODOVIAS	0,13
MRFG3	MARFRIG	0,156
SMLS3	SMILES	0,159
GOLL4	GOL	0,207
IGTA3	IGUATEMI	0,229
QUAL3	QUALICORP	0,239
MRVE3	MRV	0,261
GOAU4	GERDAU MET	0,27
CYRE3	CYRELA REALT	0,286
ENBR3	ENERGIAS BR	0,298
USIM5	USIMINAS	0,328
TAEE11	TAESA	0,357

CSNA3	SID NACIONAL	0,399
MULT3	MULTIPLAN	0,418
CSAN3	COSAN	0,423
FLRY3	FLEURY	0,444
BRAP4	BRADESPAR	0,488
BTOW3	B2W DIGITAL	0,497
NATU3	NATURA	0,511
ELET6	ELETROBRAS	0,519
CVCB3	CVC BRASIL	0,56
ELET3	ELETROBRAS	0,562
BRDT3	PETROBRAS BR	0,57
ESTC3	ESTACIO PART	0,585
EGIE3	ENGIE BRASIL	0,631
TIMP3	TIM PART S/A	0,642
KLBN11	KLABIN S/A	0,692
BRML3	BR MALLS PAR	0,742
CIEL3	CIELO	0,751
MGLU3	MAGAZ LUIZA	0,758
BRKM5	BRASKEM	0,788
SBSP3	SABESP	0,799
HYPE3	HYPERA	0,843
RADL3	RAIADROGASIL	0,861
CMIG4	CEMIG	0,866
WEGE3	WEG	0,891
PCAR4	P. ACUCAR-CBD	0,896
LAME4	LOJAS AMERIC	0,901
EMBR3	EMBRAER	0,937
KROT3	KROTON	0,963
CCRO3	CCR AS	0,969
GGBR4	GERDAU	0,985
RENT3	LOCALIZA	1,008
EQTL3	EQUATORIAL	1,056
SANB11	SANTANDER BR	1,16
BRFS3	BRF AS	1,255
VIVT4	TELEF BRASIL	1,258
BBSE3	BBSEGURIDADE	1,28
RAIL3	RUMO S.A.	1,333
JBSS3	JBS	1,396
BBDC3	BRADESCO	1,636
SUZB3	SUZANO PAPEL	1,645
UGPA3	ULTRAPAR	1,948
LREN3	LOJAS RENNER	1,996
ITSA4	ITAUSA	3,738

B3SA3	B3	3,999
BBAS3	BRASIL	4,16
ABEV3	AMBEV S/A	5,036
PETR3	PETROBRAS	5,081
PETR4	PETROBRAS	7,081
BBDC4	BRADESCO	8,644
ITUB4	ITAUUNIBANCO	10,517
VALE3	VALE	10,808
TOTAL		100

Fonte: Ibovespa adaptado pelo autor (B³ - BRASIL, BOLSA, BALCÃO, 2019).

Ao se analisar a estrutura de classificação setorial das empresas e fundos negociados na B³, pode-se notar que os setores de destaque são: petróleo, gás e biocombustíveis; materiais básicos; bens industriais; consumo não cíclico; consumo cíclico; saúde; tecnologia da informação; telecomunicações; utilidade pública; financeiro; e outros. Portanto, não há um destaque ao setor do agronegócio.

Dentro do setor de consumo não cíclico, destacam-se os segmentos de agricultura, açúcar e álcool, carnes e derivados, alimentos diversos, cervejas e refrigerantes, produtos de uso pessoal, produtos de limpeza e alimentos.

A junção destes segmentos poderia ser utilizada como variável *proxy* ao setor de agronegócios. Entretanto, mesmo que isso ocorresse, a representatividade destas empresas junto ao Ibovespa totalizaria apenas 9,25%. A Tabela 2 destaca as empresas dos segmentos supracitados que compõem o Ibovespa, seus respectivos segmentos e participações no índice.

Tabela 2. Empresas, segmentos e participação no Ibovespa

Código	Ação	Segmento	Participação no Ibovespa (%)
MRF3	MARFRIG	Alimentos e Processados	0,156
NATU3	NATURA	Produtos de Uso Pessoal e de Limpeza	0,511
PCAR4	P. ACUCAR-CBD	Comércio e Distribuição	0,896
BRFS3	BRF SA	Alimentos e Processados	1,255
JBSS3	JBS	Alimentos e Processados	1,396
ABEV3	AMBEV S/A	Bebidas	5,036
Total			9,250

Fonte: Elaborado pelo autor a parti de Dados: (B³ - BRASIL, BOLSA, BALCÃO, 2019).

Desta maneira, ao se correlacionar o agronegócio com o Ibovespa, nota-se que este índice não contempla, com relativa significância, ativos que reflitam a importância deste setor,

mesmo com sua magnitude, evidenciada pelo faturamento de exportação de U\$\$ 96 bilhões no ano de 2017 e com participação de 21,6% do PIB brasileiro (CEPEA, 2018).

Apesar das empresas supracitadas apresentarem baixa representatividade no Ibovespa, a B³ consta com inúmeras empresas no setor de consumo não cíclico. Entretanto estas não se enquadram na metodologia de cálculo do índice de mercado, logo não contemplam o mesmo.

Tabela 3. Empresas listadas na B³ que não estão no Ibovespa

	Código	Ação	Segmento
CONSUMO NÃO CÍCLICO	BSEV3	BIOSEV	Açúcar e álcool
	RESA	RAIZEN ENERG	Açúcar e álcool
	SMT03	SAO MARTINHO	Açúcar e álcool
	APT13	ALIPERTI	Agricultura
	AGRO3	BRASILAGRO	Agricultura
	FRTA3	POMIFRUTAS	Agricultura
	SLCE3	SLC AGRICOLA	Agricultura
	TESA3	TERRA SANTA	Agricultura
	CRFB3	CARREFOUR BR	Alimentos
	TGTB34	TARGET CORP	Alimentos
	WALM34	WAL MART	Alimentos
	CAML3	CAMIL	Alimentos Diversos
	HSY34	HERSHEY CO	Alimentos Diversos
	JMCD	J. MACEDO	Alimentos Diversos
	JOPA3	JOSAPAR	Alimentos Diversos
	KHCB34	KRAFT HEINZ	Alimentos Diversos
	MDIA3	M.DIASBRANCO	Alimentos Diversos
	MDLZ34	MONDELEZ INT	Alimentos Diversos
	ODER3	ODERICH	Alimentos Diversos
	BAUH3	EXCELSIOR	Carnes e Derivados
	BEEF3	MINERVA	Carnes e Derivados
	MNPR3	MINUPAR	Carnes e Derivados
	COCA34	COCA COLA	Cervejas e Refrigerantes
	FMXB34	FEMSA	Cervejas e Refrigerantes
	PEPB34	PEPSICO INC	Cervejas e Refrigerantes
	AVON34	AVON	Produtos de Uso Pessoal
	COLG34	COLGATE	Produtos de Uso Pessoal
	COTY34	COTY INC	Produtos de Uso Pessoal
	KMBB34	KIMBERLY CL	Produtos de Uso Pessoal
	PGCO34	PG	Produtos de Uso Pessoal

Fonte: Elaborado pelo autor. Dados: (B³ - BRASIL, BOLSA, BALCÃO, 2019).

O índice de mercado escolhido e utilizado na mensuração do risco sistemático (β) deveria refletir, na teoria, o mercado como um todo, representando todos os ativos existentes. Entretanto, como não há um índice que contemple todos os ativos, é corriqueira a utilização do índice de bolsa como *proxy* de um índice de mercado (SERRA, SAITO, FÁVERO, 2016). Porém, Thomé Neto, Leal e Almeida (2011) e Levy e Roll (2010) descartaram a eficiência dos índices de bolsa como carteiras eficientes, estando longe da fronteira eficiente, o que ressalta uma possível ineficiência dos índices de mercado como *proxy* para o risco sistemático, ainda que os mesmos sejam largamente utilizados.

O índice Bovespa é comumente utilizado no mercado brasileiro como *proxy* do índice de mercado, mesmo havendo diversas opiniões sobre esta escolha (HAGLER, BRITO, 2007). Enquanto Thomé Neto, Leal e Almeida (2011) e Serra e Nakamura (2016) afirmam que alguns autores analisaram o Ibovespa e concluíram negativamente para sua eficiência, Nakamura (2000) e Noda, Martelanc e Securato (2014) analisaram estudos que ponderaram de maneira inconclusiva ou positiva para índice.

Desta maneira, existem ponderações que inferem que a utilização do Ibovespa como *proxy* para o índice de mercado na estimação do beta (β), contribua para que este não explique de forma isolada o retorno das ações brasileiras.

Adicionalmente, haja vista que o Ibovespa não reflete a devida magnitude do setor agropecuário, o presente trabalho busca propor uma carteira alternativa que seja mais coerente, condizente e que exprima com maior robustez este setor tão significativo para a economia brasileira.

O investimento no agronegócio brasileiro através de *commodities* poderia contribuir para a diversificação de carteiras de investimento. Contudo, a produção destes ativos não é meramente simples, sujeitos a diversas externalidades e diferentes fatores como clima, economia, mercado internacional, político, dentre outros (OTTONELLI, CERETTA, VIEIRA, 2015).

Assim sendo, a investigação da relação do risco sistemático da variação dos preços das *commodities* a diferentes mercados se faz extremamente importante para a melhor compreensão deste setor econômico (GEMAN, 2008).

A quantificação da sensibilidade dos preços das *commodities* frente ao mercado pode ser mensurada por meio do cálculo do CAPM. A escolha do índice de mercado se faz essencial para a aplicação desta metodologia.

Existem alguns índices de mercado que poderiam ser tratados de maneira alternativa ao Ibovespa no que tange uma carteira de agronegócios. Podem-se citar o Índice de *Commodities*

– Brasil (IC-Br), elaborado pelo Banco Central do Brasil, e o Dow Jones/B³ Índice de *Commodities* (ICB), elaborado pela S&P Dow Jones Índices em colaboração com a B³.

O Índice de *Commodities* – Brasil (IC-Br) exprime a média mensal ponderada em reais das *commodities* relevantes para a dinâmica da inflação brasileira. O IC-BR apresenta em sua composição 3 principais segmentos: agropecuária, metal e energia. Estes por sua vez são compostos pelas *commodities* conforme a Tabela 4:

Tabela 4. Commodities que compõem o IC-Br

Agropecuária	Carne de boi
	Algodão
	Óleo de soja
	Trigo
	Açúcar
	Milho
	Café
	Arroz
	Carne de porco
	Suco de laranja
	Cacau
Metal	Alumínio
	Minério de ferro
	Cobre
	Estanho
	Zinco
	Chumbo
	Níquel
	Ouro e prata
Energia	Petróleo Brent
	Gás natural
	Carvão

Fonte: Elaborado pelo autor. Dados: (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2019).

O Dow Jones/B³ Índice de *Commodities* (ICB) objetiva ser uma medida ampla do mercado brasileiro de contratos futuros de *commodities*, dando ênfase à diversificação, sendo uma carteira teórica de ativos.

O principal objetivo deste índice é ser uma referência ou *benchmark*, para que outras entidades interessadas, como “[...] fundos de investimentos, tesourarias, administradores de carteiras e outros investidores possam avaliar seu desempenho com *commodities* e compará-los

ao desempenho de outros ativos ou aplicações financeiras” (B³ - BRASIL, BOLSA, BALCÃO, 2019, online).

Qualquer *commodity* que tenha um contrato futuro na B³ pode compor o ICB. Atualmente, são negociadas as seguintes mercadorias: álcool anidro, açúcar, boi gordo, café arábica, etanol hidratado, milho, ouro e soja. Entretanto, as *commodities* elegíveis que compõem a carteira teórica o ICB e seus respectivos pesos podem ser analisadas de acordo com a Tabela 5:

Tabela 5. Carteira ICB - 3º quadrimestre de 2019

Ativos
Etanol hidratado
Café arábica 4/5
Milho
Boi gordo

Fonte: Elaborado pelo autor. Dados: (B³ - BRASIL, BOLSA, BALCÃO, 2019).

Apesar destas tentativas de se elaborar uma carteira teórica de ativos do agronegócio brasileiro e, por sua vez, um índice de mercado deste setor, estas apresentam poucos ativos. Portanto, estas violam uma das principais premissas da elaboração de uma verdadeira carteira de mercado que é “[...] ser formada por todos os ativos passíveis de negociação na economia do país” (NAKAMURA, p. 69, 2000). Desta maneira, ressalta-se que os principais ativos agropecuários produzidos no Brasil, não são contemplados pelas carteiras apresentadas.

Ottonelli, Cereta e Vieira (2015) afirmam que as *commodities* agropecuárias são responsáveis por grande parte das exportações brasileiras.

O Brasil é um dos maiores expoentes mundiais no que tange produção e exportação de produtos agropecuários (MAPA, 2019). O país ocupa a liderança da produção mundial de açúcar, café e suco de laranja, além de ter posição de destaque com relação à produção de carnes bovina, suína e de frango, milho, soja e seus derivados e algodão.

Atualmente, o Brasil é um dos principais atores no mercado mundial de alimentos, ocupando posição de destaque no ranking mundial de produção e exportação de produtos conforme mostra a Tabela 6:

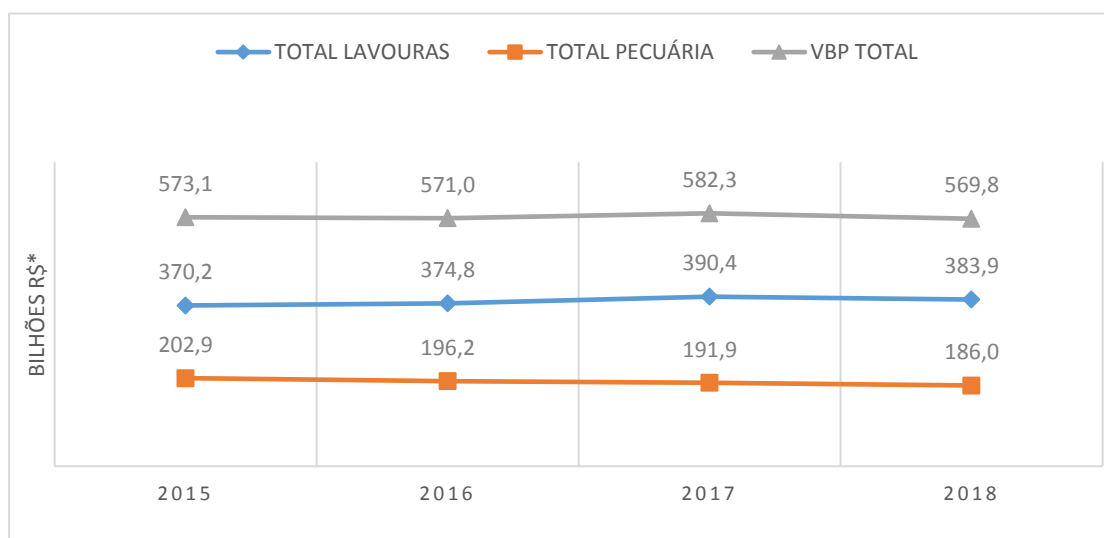
Tabela 6. Posição do Brasil no Mercado Mundial

Principais Produtos	Brasil - Ranking Mundial	
	Produção	Exportação
Açúcar	1º	1º
Café	1º	1º
Suco de Laranja	1º	1º
Carne Bovina	2º	1º
Carne de Frango	2º	1º
Milho	3º	3º
Soja Grão	2º	1º
Farelo de Soja	4º	2º
Óleo de Soja	4º	2º
Algodão	4º	2º
Carne Suína	4º	4º

Fonte: MAPA, 2019. Adaptado pelo autor. Atualizada em fevereiro/2019.

O Brasil alcançou tais posições de destaque devido a sua ampla variedade climática e de solo, juntamente com sua extensão territorial, possuindo características naturais propícias para o desenvolvimento de diversificadas culturas comparativamente com outros países (ROCHMAN, SALVADOR, 2013).

Concernente ao segmento primário, o valor bruto dos principais produtos agropecuários (VBP) apresentou expansão no ano 2017, totalizando R\$ 543,3 bilhões, com divisão de R\$ 366,6 bilhões para o total das lavouras e R\$176,8 bilhões para a pecuária (MAPA, 2018), conforme exposto pelo Gráfico 1.

Gráfico 1. Valor Bruto dos principais produtos agropecuários no Brasil

Fonte: IBGE/FGV DADOS/ Cepea-Esalq-ISP/ Conab. Adaptado pelo autor. Dados: MAPA (2019).

O Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBP) evidencia o desempenho das lavouras e da pecuária ao longo do ano e corresponde ao faturamento bruto dentro do estabelecimento. Esta é elaborada pela Coordenação-Geral de Estudos e Análises (CGEA) do Departamento de Crédito e Estudos Econômicos (DCEE) da Secretaria de Política Agrícola (SPA) pertencentes ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) do Brasil.

A divulgação ocorre mensalmente evidenciando o quanto cada cultura agrícola e pecuária contribui para a produção agropecuária brasileira. Os valores reais da produção são expressos de maneira absoluta em reais (R\$) e deflacionados pelo Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI), da Fundação Getúlio Vargas (FGV). A composição do VBP brasileiro nos anos de 2015, 2016 e 2017, em dezembro de 2018, é evidenciada pela Tabela 7.

Tabela 7. Valor Bruto da Produção – Lavouras e Pecuária – Brasil (Valores em R\$)

LAVOURAS	2015	2016	2017	2018
Algodão herbáceo	14.899.602.976	13.527.265.133	23.301.534.161	33.988.321.646
Amendoim	1.197.400.049	1.345.040.302	1.387.439.418	1.253.968.862
Arroz	11.864.595.685	10.861.802.918	11.856.267.196	9.879.048.270
Banana	10.843.902.317	15.967.924.826	11.708.441.265	10.202.516.948
Batata-inglesa	6.565.979.020	7.911.561.551	4.245.918.660	4.055.755.912
Cacau	1.561.942.249	2.036.605.301	1.482.551.382	2.009.784.058
Café	22.237.079.921	26.534.347.668	22.637.943.069	24.925.365.575
Cana-de-açúcar	56.944.902.065	59.824.014.247	73.213.880.306	61.084.144.591
Cebola	3.462.439.106	3.946.672.375	1.995.482.095	-
Feijão	9.417.628.195	12.168.708.988	8.918.741.499	5.765.474.519
Fumo	8.639.344.955	6.132.950.718	-	-
Laranja	12.951.446.703	13.811.806.710	15.351.704.054	12.452.926.244
Mamona	74.118.935	48.696.385	29.535.801	48.198.851
Mandioca	8.221.455.455	6.909.799.894	12.943.952.070	9.772.587.125
Milho	47.150.805.993	44.834.649.876	51.476.739.597	47.118.522.216
Pimenta-do-reino	1.514.369.580	1.455.159.643	1.456.194.526	-
Soja	123.583.715.730	124.377.240.493	127.007.472.431	142.358.960.670
Tomate	16.479.337.165	9.394.860.935	8.875.265.503	9.377.331.099
Trigo	4.094.992.331	5.360.798.830	2.724.322.484	4.388.757.692
Uva	4.268.090.452	3.718.833.688	6.132.370.400	5.193.842.624
Maçã	4.179.988.236	4.665.072.125	3.661.742.655	-
TOTAL LAVOURAS	370.153.137.119	374.833.812.605	390.407.498.573	383.875.506.903
Bovinos	83.274.282.264	77.948.653.114	76.493.138.367	76.363.990.413
Suínos	16.836.217.961	15.537.380.510	17.248.094.828	13.970.815.527
Frango	57.581.047.618	58.671.118.828	53.439.194.333	53.209.843.922
Leite	31.570.954.936	29.294.227.492	32.639.799.924	31.944.503.803
Ovos	13.636.393.906	14.701.044.361	12.117.466.427	10.477.233.973

TOTAL PECUÁRIA	202.898.896.685	196.152.424.305	191.937.693.880	185.966.387.637
VBP TOTAL	573.052.033.804	570.986.236.910	582.345.192.453	569.841.894.540

Fonte: IBGE/ FGV DADOS/ CEPEA – Esalq – USP/ Conab. Adaptado pelo autor.

Dados: MAPA (2019).

Ao se analisar a composição do VBP, através das lavouras e da pecuária, nota-se que este é contemplado por 26 diferentes culturas, que podem ser interpretadas como diferentes ativos.

Desta maneira, este estudo apresenta como maneira inovadora a utilização do preço dos produtos agropecuários negociados em mercados organizados (Bolsa de Mercados Futuros) ou com alguma organização (i.e. CEAGESP) como *proxy* às *units* do mercado acionário para a construção da carteira teórica. Esta é justamente a carteira que compõe o VBP brasileira.

A estratégia em utilizar o preço dos produtos agropecuários como base para a carteira do agronegócio no Brasil tem por objetivo contemplar uma produção primária que corresponde a 29% do PIB, maior nível de eficiência quanto a liquidez, publicidade dos preços praticados e pulverização de oferta e demanda dos bens, passando assim a refletirem os interesses e expectativas da oferta e procura e acompanhar as variações que a produção agrícola infere, servindo de parâmetro para as demais empresas da cadeia do agronegócio.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para alcançar a resposta da pergunta que motivou este estudo, a pesquisa se desenvolveu em 14 etapas evidenciado pelo Quadro 1.

Quadro 1. Resumo sequenciado dos procedimentos metodológicos

Etapa	Descrição
1	Levantamento dos valores do índice Ibovespa diários e mensais de janeiro de 2014 a dezembro de 2018 através do <i>software</i> Economática®.
2	Levantamento das cotações diárias e mensais ajustados pela inflação das empresas dos segmentos correlatos ao agronegócio brasileiro: cerveja e refrigerantes, papel e celulose, carnes e derivados, alimentos, produtos de uso pessoal, agricultura, alimentos diversos, açúcar e álcool, madeira, fertilizantes e defensivos, fios e tecidos e máquinas e equipamentos de construção e agrícolas através do <i>software</i> Economática®.
3	Análise destas ações, de seus indicadores de negociabilidade e seus respectivos valores de mercado ajustados pela inflação obtidos pelo Economática® e elaboração de uma carteira (“carteira de empresas do agronegócio listadas na B3”) e seu respectivo índice, composta apenas pelas empresas que tinham índices de negociabilidade igual ou superior a 1% em 2018.
4	Análise da variação do retorno do índice da “carteira de empresas do agronegócio listadas na B3” do setor do agronegócio regredindo com heteroscedasticidade com relação à variação do retorno do índice Ibovespa, buscando verificar se havia correlação entre as variáveis, através do <i>software</i> Gretl®.
5	Levantamento do VBP (Valor Bruto de Produção), extraindo seus dados do MAPA, sendo este um referencial para a formação de uma carteira de produtos/ativos agropecuários para cálculo do risco sistemático.
6	Ponderação e escolha dos “ativos agropecuários” que apresentaram maior relevância na composição do VBP e foram selecionados 17 “ativos agropecuários”: algodão, arroz, banana, café arábica, cana-de-açúcar no campo, laranja, milho, soja, tomate, trigo, uva, maçã, boi gordo, suíno, frango e leite.
7	Levantamento dos preços mensais dos “ativos agropecuários” pelo CEPEA (algodão, arroz, banana, batata, café arábica, laranja, milho, soja, tomate, trigo, uva, maçã, boi gordo, suíno, frango e leite) e UDOP (cana-de-açúcar no campo).
8	Atualização dos preços mensais dos “ativos” agropecuários pelo IPCA de janeiro de 2013 a dezembro de 2018.
9	Elaboração da “carteira de ativos agropecuários” e seu respectivo índice.
10	Realização dos testes de raiz unitária de Dickey-Fuller aumentado das variações do índice da “carteira de ativos agropecuários” proposta e de seus respectivos componentes.
11	Regressão com heteroscedasticidade corrigida da variação do índice da “carteira de ativos agropecuários” com relação a variação do índice Ibovespa, buscando verificar se este é uma <i>proxy</i> adequada para representar o risco sistemático do agronegócio (considerando os produtos <i>in natura</i>), através do <i>software</i> Gretl®.
12	Regressão com heteroscedasticidade corrigida da variação dos preços de cada “ativo” escolhido com relação à variação do índice da “carteira de ativos agropecuários” através do <i>software</i> Gretl®.
13	Levantamento dos betas (β 's) de cada “ativo agropecuário” através do método CAPM.
14	Regressão da variação do índice da “carteira de empresas do agronegócio listadas na B3” com relação à variação do índice da “carteira de ativos agropecuários”, buscando verificar se havia correlação entre as variáveis

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com o objetivo proporcionar um ponto de vista sobre determinado fato, esta pesquisa é considerada de caráter exploratório (GIL, 1999). A sua natureza é aplicada, por apresentar finalidade da aplicação de teorias, leis e modelos na descoberta e sugestão de soluções ou no diagnóstico para a realidade (SALOMON, 1991). Com relação ao tratamento dos dados, utiliza-se abordagem quantitativa por meio de técnicas estatísticas e econométricas pertinentes à ciência econômico-financeira (RICHARDSON, 1999).

Portanto, o plano de pesquisa seguiu um caráter de estudo exploratório, empírico, analítico, com a utilização de técnicas de coleta, tratamento, e análise de dados baseado em métodos e buscou-se identificar a relação entre variáveis.

Para melhor compreensão desta seção, esta foi subdividida em outras 3 seções: i) Fonte de dados e amostra; ii) As variáveis utilizadas; e iii) Descrição do modelo econométrico utilizado.

3.1 Fonte de dados e amostra

Neste estudo, investiga-se a eficiência da carteira de mercado, Ibovespa, comumente utilizada em estudos econômico-financeiros, como uma *proxy* adequada para representar o risco sistemático do agronegócio.

O processo de amostragem adotado foi probabilístico por conveniência, onde as ações foram selecionadas de acordo com o atendimento aos requisitos necessários. Foram selecionados os ativos que possuem dados suficientes para o cálculo do retorno, facilitando a formação de portfólios, com a cotação de fechamento das ações ajustada por proventos e preços ajustados pela inflação do respectivo período sendo utilizado o IPCA.

Dentre as empresas listadas na B³, foram incluídas as que possuíam ações listadas na B³ dos segmentos correlatos ao agronegócio, conforme classificação da B³, como: cerveja e refrigerantes, papel e celulose, carnes e derivados, alimentos, produtos de uso pessoal, agricultura, alimentos diversos, açúcar e álcool, madeira, fertilizantes e defensivos, fios e tecidos e máquinas e equipamentos de construção e agrícola, com índice de negociabilidade ajustado pela inflação igual ou superior a 1% em 31 de dezembro de 2018, tendo como datas de negociação a partir do dia 23 de janeiro de 2014; foram excluídas também as empresas que apresentaram índice de negociabilidade inferior a 1%.

A amostra é composta por todas as empresas listadas na Bovespa nos segmentos supracitados que tiveram ações negociadas pela B³ a partir do dia 23 de janeiro de 2014:

a) Cotação de fechamento de cada dia útil em todo o período compreendido de 23 de janeiro de 2014 a 31 de dezembro de 2018, com tolerância definida na base de dados

Economática[®]. Foram-se utilizadas tanto ações ordinárias, quanto preferenciais ou *units* caso uma empresa apresentasse mais de uma classe. No cálculo dos preços e, por sua vez, dos retornos foram utilizados os ajustes de inflação feitos pela própria Economática[®], pelo IPCA, sendo também realizado o ajuste por pagamento de proventos e dividendos no período. Para o cálculo de fechamento mensal, foram-se utilizados o valor do último dia útil de cada mês.

b) O índice de negociabilidade, ajustado pelo IPCA e definido pela própria Economática[®], requerido deveria apresentar valor igual ou superior a 1% para composição da carteira.

c) O valor de mercado das empresas requerido para a construção das carteiras, com tolerância definida no sistema Economática[®] de cotação dentro dos mesmos dias e meses de fechamento. O valor de mercado foi calculado com base na cotação de fechamento das ações ordinárias (ON), preferenciais (PN) e *units* considerando a tolerância de existência de dados dentro da mesma semana.

Desta maneira as empresas selecionadas, suas classes, códigos, segmento Bovespa, índice de negociabilidade, valor de mercado das empresas e participação de cada ativo na elaboração da carteira, segundo a Tabela 8.

Os dados para a elaboração da “carteira de ativos agropecuários” foram extraídos do site do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (2019) para levantamento de ativos *proxies* para criação de uma hipotética carteira.

Já as cotações dos ativos foram extraídas dos sites do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) (2019) e do site da União dos Produtores de Bioenergia (UDOP) (2019). Estas foram ajustadas pela inflação do IPCA mensal de janeiro de 2013 a dezembro de 2018.

A ponderação e escolha dos “ativos agropecuários” se deram para os ativos que apresentaram maior relevância na composição do VBP, sendo selecionados 17 “ativos agropecuários”: algodão, arroz, banana, café arábica, cana-de-açúcar no campo, laranja, milho, soja, tomate, trigo, uva, maçã, boi gordo, suíno, frango e leite.

Tabela 8. Dados das empresas selecionadas para composição da "carteira de empresas do agronegócio listadas na B3"

Nome	Classe	Código	Segmento Bovespa	Índice de negociabilidade em 31 de dezembro de 2018 ajustado pela inflação (%)	Valor de Mercado da empresa em 31 de dezembro de 2018 ajustado pela inflação em milhares R\$	Participação de cada ativo na composição da "carteira de empresas do agronegócio listadas na B3"
Ambev S/A	ON	ABEV3	Cervejas e refrigerantes	2,25	247.179.202	0,200
Suzano S.A.	ON	SUZB5+ SUZB3	Papel e celulose	1,41	42.579.508	0,161
BRF SA	ON	BRFS3	Carnes e derivados	1,13	18.190.907	0,129
Klabin S/A	UNT N2	KLBN11	Papel e celulose	0,94	18.345.023	0,108
Pão de Açúcar	PN	PCAR4	Alimentos	0,90	22.071.386	0,102
JBS	ON	JBSS3	Carnes e derivados	0,81	31.553.269	0,093
Natura	ON	NATU3	Produtos de uso pessoal	0,74	19.814.665	0,084
SLC Agrícola	ON	SLCE3	Agricultura	0,30	4.025.960	0,034
Marfrig	ON	MRFG3	Carnes e derivados	0,21	3.455.848	0,023
M.Dias Branco	ON	MDIA3	Alimentos diversos	0,18	14.832.543	0,020
Sao Martinho	ON	SMTO3	Açúcar e álcool	0,15	6.523.306	0,017
Duratex	ON	DTEX3	Madeira	0,13	8.338.187	0,015
Minerva	ON	BEEF3	Carnes e derivados	0,09	1.903.449	0,010
Klabin S/A	PN	KLBN4	Papel e celulose	0,01	18.345.023	0,001
Fertilizantes Heringer	ON	FHER3	Fertilizantes e defensivos	0,01	247.759	0,001
Brasilagro	ON	AGRO3	Agricultura	0,01	858.568	0,001

Fonte: Economática®. Adaptado pelo autor.

Desta maneira, realizou-se a ponderação pelo cálculo da média dos valores brutos de produção de cada “ativo” com relação à média do valor bruto de produção total da carteira proposta. Limitou-se em até 20% (vinte por cento) a participação de cada ativo, tendo apenas a soja atingido tal valor. O excedente foi redistribuído de maneira ponderada e de acordo com o peso de cada a “ativo” na carteira total.

Sendo assim, a carteira selecionada é composta pelos ativos com seus respectivos valores ajustados pelo IPCA de acordo com a Tabela 9.

Tabela 9. Carteira de ativos agropecuários (valores em R\$ ajustados pelo IPCA)

LAVOURAS	2015	2016	2017	2018
Algodão herbáceo	14.899.602.976	13.527.265.133	23.301.534.161	33.988.321.646
Arroz	11.864.595.685	10.861.802.918	11.856.267.196	9.879.048.270
Banana	10.843.902.317	15.967.924.826	11.708.441.265	10.202.516.948
Batata	6.565.979.020	7.911.561.551	4.245.918.660	4.055.755.912
Café	22.237.079.921	26.534.347.668	22.637.943.069	24.925.365.575
Cana-de-açúcar	56.944.902.065	59.824.014.247	73.213.880.306	61.084.144.591
Laranja	12.951.446.703	13.811.806.710	15.351.704.054	12.452.926.244
Milho	47.150.805.993	44.834.649.876	51.476.739.597	47.118.522.216
Soja	123.583.715.730	124.377.240.493	127.007.472.431	142.358.960.670
Tomate	16.479.337.165	9.394.860.935	8.875.265.503	9.377.331.099
Trigo	4.094.992.331	5.360.798.830	2.724.322.484	4.388.757.692
Uva	4.268.090.452	3.718.833.688	6.132.370.400	5.193.842.624
Maçã	4.179.988.236	4.665.072.125	3.661.742.655	0
TOTAL LAVOURAS	336.064.438.596	340.790.179.000	362.193.601.783	365.025.493.488
Bovinos	83.274.282.264	77.948.653.114	76.493.138.367	76.363.990.413
Suínos	16.836.217.961	15.537.380.510	17.248.094.828	13.970.815.527
Frango	57.581.047.618	58.671.118.828	53.439.194.333	53.209.843.922
Leite	31.570.954.936	29.294.227.492	32.639.799.924	31.944.503.803
TOTAL PECUÁRIA	189.262.502.779	181.451.379.944	179.820.227.452	175.489.153.664
VBP TOTAL	525.326.941.374	522.241.558.944	542.013.829.235	540.514.647.152

Fonte: MAPA, 2019. Adaptado pelo autor.

Após os cálculos das ponderações de cada ativo, a composição da carteira é evidenciada pela Tabela 10:

Tabela 10. Composição da carteira agropecuária

ATIVOS	PARTICIPAÇÃO NA CARTEIRA AGROPECUÁRIA
Soja	20.00%
Bovinos	15.59%
Cana-de-açúcar	12.44%
Frango	11.07%
Milho	9.45%
Leite	6.22%
Café	4.78%
Algodão herbáceo	4.23%
Suínos	3.16%
Laranja	2.71%
Banana	2.42%

Arroz	2.21%
Tomate	2.19%
Batata	1.14%
Uva	0.96%
Trigo	0.82%
Maçã	0.62%
TOTAL	100.00%

Fonte: Elaborado pelo autor.

As especificações dos ativos e suas respectivas fontes de dados de preços podem ser encontradas de acordo com as referências constantes na Tabela 11:

Tabela 11. Especificações dos ativos agropecuários

ATIVO	FONTE	ESPECIFICAÇÕES
Algodão herbáceo	CEPEA	centavos de reais por libra-peso
Arroz	CEPEA	por saca de 50 kg, tipo 1, 58/10, posto indústria Rio Grande do Sul, à vista (Prazo de Pagamento descontado pela taxa CDI/CETIP)
Banana	CEPEA	nanica primeira - produtor, Vale do Ribeira, quilograma
Batata	CEPEA	padrão agata especial - atacado, São Paulo (capital), sacco 50 kg
Café	CEPEA	por saca de 60kg líquido, bica corrida, tipo 6, bebida dura para melhor, valor descontado o Prazo de Pagamento pela taxa da NPR, posto na cidade de São Paulo
Cana-de-açúcar	UDOP	cana 'campo, R\$/tonelada, 109,19 Kg ATR - valor sugerido para contratos de parceria quando a cota-parte do proprietário é entregue no campo
Laranja	CEPEA	Laranja Pêra - Árvore - Mercado, Araraquara, caixa 40,8 kg
Milho	CEPEA	à vista por saca de 60 kg, descontado o Prazo de Pagamento pela taxa CDI/CETIP.
Soja	CEPEA	indicador da soja ESALQ/BM&FBOVESPA - Paranaguá
Tomate	CEPEA	Italiano - atacado, São Paulo (capital), caixa 20 kg
Trigo	CEPEA	preço médio do trigo CEPEA/ESALQ - Paraná
Uva	CEPEA	Itália - atacado, São Paulo (capital), quilograma
Maçã	CEPEA	Gala graúda Cat 1 - atacado, São Paulo (capital), caixa de 18 kg
Bovinos	CEPEA	indicador do boi gordo ESALQ/B ³
Suínos	CEPEA	indicador do suíno vivo CEPEA/ESALQ - SP
Frango	CEPEA	preços do frango congelado CEPEA/ESALQ - ESTADO SP
Leite	CEPEA	leite ao produtor CEPEA/ESALQ (R\$/litro) - Média Brasil

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2 As variáveis utilizadas

Segundo Brooks (2014), ao se analisar séries de preços, devido a razões relacionadas à estacionariedade, aquelas devem ser convertidas em séries de retornos. Há duas maneiras para elaborar o cálculo destas, pressupondo a forma de capitalização discreta ou contínua evidenciadas, respectivamente, conforme as equações a seguir:

$$R_{i,t} = \frac{R_{i,t} - R_{i,t-1}}{P_{i,t-1}} \quad (8)$$

$$R_{i,t} = \ln\left(\frac{P_{i,t}}{P_{i,t-1}}\right) = \ln P_{i,t} - \ln P_{i,t-1} \quad (9)$$

Onde:

$R_{i,t}$ = o retorno da ação i no período t

$P_{i,t}$ = preço da ação i no período t ;

$P_{i,t-1}$ = preço da ação i no período $t - 1$

O processo de capitalização contínua é geralmente mais empregado na literatura acadêmica de finanças de acordo com Brooks (2008, p.7). Soares, Rostagno e Soares (2002) concluem que o método de cálculo do retorno pela fórmula logarítmica mostra-se mais adequada, pois os testes estatísticos paramétricos exigem que sejam utilizados uma distribuição normal, fato este, que ocorre pela fórmula de capitalização discreta.

Desta maneira, primeiramente, coletou-se todas as cotações de fechamento da B3 ajustadas pelo Índice Nacional de Preço ao Consumidor Amplo (IPCA) e deflacionou-se os preços dos ativos do agronegócio através do IPCA sendo então convertidas em séries de retornos de portfólios, de ações e de ativos agropecuários.

Araújo, Oliveira e Silva (2012) afirma que a maioria, aproximadamente 70%, dos estudos com aplicação de testes do CAPM obtiveram resultados significantes, inferindo, portanto, a efetividade do modelo.

Desta maneira, foram realizados testes com a formação de portfólios e também com ativos individuais, sendo escolhido o modelo CAPM para a realização dos testes empíricos.

Os dados adotados para a composição do modelo seguem descritos, para a taxa livre de risco (R_f) foi utilizada a taxa SELIC referente a dezembro de 2018. O prêmio pelo risco de mercado ($R_M - R_f$) utilizado segue a média utilizada para o valor para o ano de 2018, conforme evidenciado por Fernandez, Martinez e Acín (2019).

Desta maneira, as variáveis dependentes utilizadas, suas respectivas periodicidades analisadas e as variáveis que foram realizadas suas regressões, podem ser evidenciadas conforme Tabela 12:

Tabela 12. Especificações das regressões realizadas

VARIÁVEL DEPENDENTE	PERÍODO	DATA	VARIÁVEL INDEPENDENTE
Excesso do retorno das empresas do agronegócio listadas na B ³	Diário	23/01/2014 a 28/12/2018	Excesso do retorno do Ibovespa
Excesso do retorno das empresas do agronegócio listadas na B ³	Mensal	Jan/2014 a Dez/2018	Excesso do retorno da carteira dos ativos agropecuários
Excesso do retorno da carteira dos ativos agropecuários	Mensal	Jan/2013 a Dez/2018	Excesso do retorno do Ibovespa
Excesso do retorno dos ativos agropecuários	Mensal	Jan/2013 a Dez/2018	Excesso do retorno do Ibovespa
Excesso do retorno dos ativos agropecuários	Mensal	Jan/2013 a Dez/2018	Excesso do retorno da carteira dos ativos agropecuários

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.3 Descrição do modelo econométrico utilizado

O risco sistemático foi estimado por regressão linear simples com o uso de heteroscedasticidade corrigida através do *software* Gretl[®]. Para se obter as variações diárias e mensais, no caso das ações ligadas ao agronegócio brasileiro e Ibovespa, e mensais, dos ativos agropecuários, os dados dessas foram transformados em logaritmo natural ou processo de capitalização contínua, conforme equação 9 supracitada.

Realizaram-se 6 regressões para o entendimento das relações das variáveis: o excesso do retorno da carteira das empresas do agronegócio listadas na B³ em relação ao excesso do retorno do Ibovespa e em relação ao excesso do retorno da carteira de ativos agropecuários; excesso do retorno da carteira de ativos agropecuários em relação ao excesso do retorno do Ibovespa; excesso do retorno de cada ativo agropecuário individual em relação ao excesso do retorno da carteira de ativos agropecuários e em relação ao excesso do retorno do Ibovespa.

O único modelo utilizado neste estudo foi o CAPM de Sharpe (1964), Lintner (1965) e Mossin (1966) tradicional sendo testado tanto na carteira elaborada das ações das empresas ligadas ao agronegócio brasileiro listadas na B³ como na carteira agropecuária e em ativos agropecuários conforme modelo descrito e amplamente testado.

Como *proxy* para o ativo livre de risco (R_f) foi utilizada a taxa SELIC (taxa real). O prêmio de mercado brasileiro ($R_m - R_f$) utilizado foi de 8,2% correspondente à média dos

utilizados por professores de economia e finanças, analistas e gerentes de empresas obtidas segundo estudo de Fernandez, Martinez e Acín (2019). O modelo segue descrito a seguir:

$$R_{i,t} = \alpha + R_{fL,t} + \beta(R_{mL,t} - R_{fL,t}) + \mu_{i,t} \quad (10)$$

Onde,

$R_{i,t}$ = retorno da carteira e retorno dos ativos individuais dia ou mês

α = intercepto da regressão

$R_{fL,t}$ = retorno do ativo livre de risco em cada dia ou mês

β = coeficiente angular da reta de regressão

$R_{mL,t}$ = retorno da carteira de mercado local em dia ou mês

$(R_{mL,t} - R_{fL,t})$ = prêmio pelo risco do mercado

μ_i = resíduos da regressão

Portanto, no modelo CAPM tradicional, o retorno esperado de determinado ativo ou de uma carteira específica depende necessariamente do retorno de uma carteira de mercado.

Esta é interpretada como sendo a carteira mais ampla existente e deveria ser formada por todos os ativos passíveis de negociação na economia (NAKAMURA, 2000). Inúmeros autores defendem a inadequação do CAPM, dentre outros fatores, por ser considerado impossível observar a verdadeira carteira de mercado (NODA, MARTELANC, SECURATO, 2014).

Entretanto, Nakamura (2000), Levy e Roll (2010) e Noda, Martelanc e Securato (2014), concluem que não é factível rejeitar o Ibovespa, *proxy* de carteira mais utilizada.

Portanto, levando-se em consideração estes estudos, assume-se a hipótese de que o Ibovespa represente o papel da referida carteira de mercado brasileira e, desta maneira, contribua na explicação não só dos retornos das empresas do agronegócio listadas na B³, como também dos ativos agropecuários conforme sugerido pelo modelo CAPM.

Tanto a dimensão de séries temporais quanto de dados em *cross-section* são apresentados por dados em painel (BROOKS, 2014). Foram realizados os testes de raiz unitária para verificar se as séries apresentam característica de estacionárias, evitando obter regressões inautêntica.

Com o objetivo de verificar se as séries e se os resíduos possuíam raiz unitária, realizou-se o teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) no Gretl[®] mantendo sua configuração padrão definida.

O teste ADF testa processos individuais de raiz unitária de maneira que os resultados podem apresentar variações entre as séries, sendo caracterizado pela combinação de testes de raiz unitária individuais, derivando um resultado comum (BROOKS, 2008).

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção, apresentam-se os resultados do estudo a partir das análises estatísticas obtidas em dados em painel. Um conjunto de dados é tido como painel de dados ao se buscar a sua compreensão através de séries temporais e com elementos de corte transversal multiplicados por T períodos de tempo.

Desta maneira, existem muito mais informações a serem estudadas para interpretar determinados fenômenos e graus de liberdade adicionais. Entretanto, neste modelo pode ser que ocorra problemas relacionados a seleção enviesada, ou seja, erros devido a seleção de dados que não formem uma amostra aleatória.

As regressões foram realizadas pelo método de regressão agrupada (*pooled*), que busca aferir uma equação simples com todas as observações temporais sendo interpretadas numa mesma coluna de dados, pressupondo “que o valores médios das variáveis e as relações entre eles são constantes ao longo do tempo e através de todas as unidades transversais na amostra” (FELLET, 2016).

Gujarati (2006) afirma que o teste F, em substituição ao teste t, é aplicado na regressão verificando a hipótese de que os coeficientes parciais angulares são simultaneamente iguais a zero. O teste apresenta como hipótese nula que os coeficientes angulares (β 's) são iguais a zero em conjunto. Desta maneira, se esta hipótese for verdadeira, significa que a variável dependente não é influenciada pelas variáveis independentes escolhidas, mas por efeitos aleatórios representados pelos resíduos. Caso a hipótese nula venha a ser rejeitada, conclui-se que as variáveis independentes exercem influência sobre a dependente.

Neste estudo, foram compostos 6 painéis de dados compostos por ativos individuais e por carteiras de ações listadas na B³ e de ativos *in natura* relacionados ao agronegócio.

Os resultados podem ser observados nas subseções divididas em: i) Carteira de empresas do agronegócio listadas na B³; ii) Carteira de ativos agropecuários; iii) Carteira de empresas do agronegócio listadas na B³ x carteira de ativos agropecuários.

4.1 Regressão do excesso do retorno da carteira de empresas do agronegócio listadas na B³ em relação ao Ibovespa

Os resultados foram obtidos a partir de uma regressão linear simples com heteroscedasticidade corrigida e podem ser evidenciados pela Tabela 13:

Tabela 13. Resumo dos resultados estatísticos da regressão do excesso do retorno da carteira das empresas do agronegócio listadas na B³ em relação ao excesso do retorno do Ibovespa

	Coefficiente	Erro padrão	Estatística t	p-valor	R ² ajustado	p-valor (F)	Durbin-Watson
α	0,0002449	0,0002554	0,9588000	0,3378000	0,239377	1,59E-74	1,577906
β	0,4340500	0,0221499	19,6000000	0,0000000			

Fonte: Elaborado pelo autor.

A reta que representa os resultados desta regressão é evidenciada pela equação 11:

$$Y_1 = 0,0002449 + 0,434 x Ibovespa \quad (11)$$

Onde,

$Y_1 =$ retorno da carteira das empresas do agronegócio listadas na B³

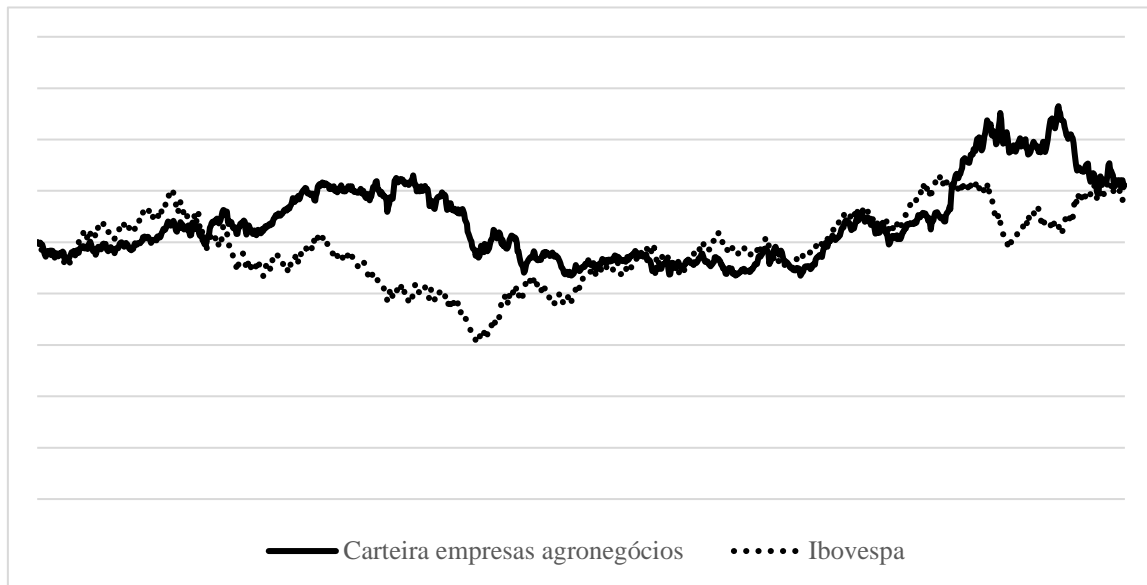
$Ibovespa =$ retorno do índice Ibovespa

O resultado do teste F (Tabela 13), apresenta um p-valor do teste F significativo ao nível de 1%. Observa-se que o intercepto (α) não é significativamente diferente de zero ao nível de confiança de 5%, sugerindo ser um modelo consistente para explicar os retornos.

Analisando-a regressão, constata-se que o coeficiente do intercepto é não-significativo, pois seu p-valor (0,3378) está acima de níveis de significância requeridos de 5% e 10%.

Quanto ao coeficiente angular (β), pode-se inferir que este é significativo ao nível de 5%, pois seu p-valor (0,0000) é significativo a 1%. Portanto, pode-se entender que o Ibovespa é uma boa *proxy* de carteira de mercado na explicação da carteira de empresas do agronegócio listadas na B³.

A relação entre a variação do retorno da carteira de empresas do agronegócio listadas na B³ e a variação do retorno do Ibovespa pode ser interpretada de maneira gráfica. Pode-se inferir que, para o período analisado, a carteira apresenta um comportamento mais defensivo se comparado ao Ibovespa conforme o Gráfico 2:

Gráfico 2. Carteira empresas do agronegócio listadas na B³ x Ibovespa

Fonte: Elaborado pelo autor. Dados: Economática®

4.2 Regressão do excesso do retorno da carteira de empresas do agronegócio listadas na B³ em relação ao excesso do retorno da carteira dos ativos agropecuários

Os resultados da regressão do excesso de retorno da carteira de empresas do agronegócio listadas na B³ em relação ao excesso do retorno da carteira dos ativos agropecuários podem ser analisados através da Tabela 14:

Tabela 14. Resumo dos resultados estatísticos da regressão do excesso do retorno da carteira das empresas do agronegócio listadas na B³ em relação ao excesso do retorno da carteira dos ativos agropecuários

	Coefficiente	Erro padrão	Estatística t	p-valor	R ² ajustado	p-valor (F)	Durbin-Watson
α	0,0068984	0,0063461	1,0870000	0,2816	-0,007033	0,443699	2,018884
β	-0,137601	0,1783950	-0,7713	0,4437			

Fonte: Elaborado pelo autor.

O resultado pode ser evidenciado pela equação 12:

$$Y_1 = 0,0068984 - 0,137601 \times R_{\text{agropecuários}} \quad (12)$$

Onde,

Y_1 = retorno da carteira das empresas do agronegócio listadas na B³

$R_{\text{agropecuários}}$ = retorno da carteira dos ativos agropecuários

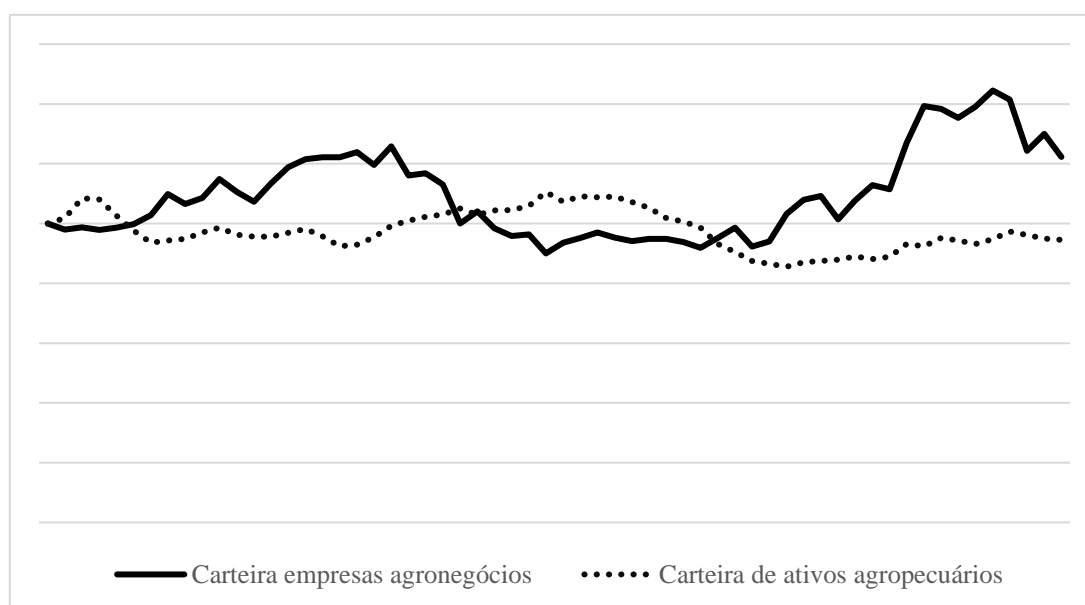
O resultado do teste F (Tabela 14), apresenta um p-valor do teste F insignificante ao nível de 1%. Observa-se que o R^2 ajustado não é significativamente diferente de zero ao nível de confiança de 5%, sugerindo não ser um modelo consistente para explicar os retornos.

Analisando-a regressão, constata-se que o coeficiente do intercepto é não-significativo, pois seu p-valor (0,2816) está acima de níveis de significância requeridos de 5% e 10%.

Quanto ao coeficiente angular (β), pode-se inferir que este também não é significativo ao nível de 5%, pois seu p-valor (0,4437) é insignificante a 1%. Portanto, pode-se entender que a carteira de ativos agropecuários não é uma boa *proxy* de carteira de mercado na explicação da carteira de empresas do agronegócio listadas na B3.

A relação entre a variação do retorno da carteira de empresas do agronegócio listadas na B3 e a variação do retorno da carteira de ativos agropecuários pode ser interpretada de maneira gráfica. Pode-se inferir que, para o período analisado, a carteira das empresas listadas apresenta um comportamento mais defensivo se comparado a carteira de ativos agropecuários conforme o Gráfico 3:

Gráfico 3. Carteira empresas do agronegócio listadas na B3 x Carteira de ativos agropecuários



Fonte: Elaborado pelo autor. Dados: Economática®

4.2.1 Regressão do excesso do retorno das empresas individuais do agronegócio listadas na B³ em relação ao excesso do retorno da carteira dos ativos agropecuários

Os resultados da regressão do excesso de retorno da carteira de empresas do agronegócio listadas na B³ em relação ao excesso do retorno da carteira dos ativos agropecuários podem ser analisados através da Tabela 15:

Tabela 15. Regressão do excesso do retorno das empresas individuais do agronegócio listadas na B³ em relação ao excesso do retorno da carteira dos ativos agropecuários

Empresas	β	R ² ajustado	p-valor (F)	Durbin-Watson
BEEF3	-1,48449	0,109236	0,006104	1,974207
AGRO3	-1,05530	0,097384	0,009258	2,115171
MRFG3	-1,79758	0,073086	0,02168	2,022956
BRFS3	-0,917107	0,036304	0,079641	2,023544
SLCE3	-0,519330	0,017972	0,156531	1,619636
FHER3	-1,30412	0,015767	0,170258	1,822972
NATU3	-0,451133	-0,006954	0,441983	1,873367
KLBN4	-0,241662	-0,00847	0,476823	1,806197
PCAR4	-0,312307	-0,008918	0,487959	2,01329
ABEV3	0,119088	-0,009543	0,504236	1,744312
DTEX3	0,271323	-0,011736	0,569557	1,798231
JBSS3	0,170961	-0,01239	0,592199	1,844781
SMTO3	0,152931	-0,01272	0,604331	2,250807
MDIA3	-0,219899	-0,014259	0,669074	1,528772
SUZB ³	-0,191480	-0,015505	0,7364	1,826273
KLBN11	-0,00885182	-0,017531	0,979031	1,944459

Fonte: Elaborado pelo autor.

O resultado do teste F (Tabela 15), apresenta p-valor do teste F insignificante ao nível de 10% para quase todos os ativos. As exceções são as empresas Minerva Foods, Brasil Agro, Marfrig e BRF.

Portanto, pode-se entender que a carteira de ativos agropecuários não é uma boa *proxy* de carteira de mercado na explicação para os retornos obtidos das empresas do agronegócio listadas na B³ individualmente.

Tal fato se deve, muito provavelmente, pela limitação da quantidade de variáveis observadas, compreendendo um curto período e apresentando retornos mensais.

4.3 Regressão do excesso do retorno da carteira dos ativos agropecuários com relação ao excesso do retorno do Ibovespa

O resultado estatístico desta regressão é um dos grandes pontos deste trabalho. A questão central motivadora desta pesquisa: “A carteira de mercado, refletida no Índice Ibovespa, expressa com significância a importância do agronegócio brasileiro, proporcionando uma avaliação acurada a um ativo que esteja inserido neste contexto econômico e exprimindo seu risco sistemático?” é respondida e evidenciada pela Tabela 16 e equação 13:

Tabela 16. Resumo dos resultados estatísticos da regressão do excesso do retorno da carteira dos ativos agropecuários em relação ao excesso do retorno do Ibovespa

	Coefficiente	Erro padrão	Estatística t	p-valor	R ² ajustado	p-valor (F)	Durbin-Watson
α	-0,000192917	0,00329076	-0,05862	0,9534	-0,011469	0,651133	1,34241
β	0,0232628	0,0512207	0,4542	0,6511			

Fonte: Elaborado pelo autor.

$$Y_2 = -0,000192 + 0,02326 \times Ibovespa \quad (13)$$

Onde,

$Y_2 =$ retorno da carteira dos ativos agropecuários

$Ibovespa =$ retorno do índice Ibovespa

O resultado do teste F (Tabela 16), apresenta um p-valor do teste F insignificante ao nível 10% tanto para a carteira expressa pelo Ibovespa. Observa-se, ainda, que o valor do R² ajustado do modelo não é significativamente diferente de zero ao nível de confiança de 5%, sugerindo não ser um modelo consistente para explicar os retornos.

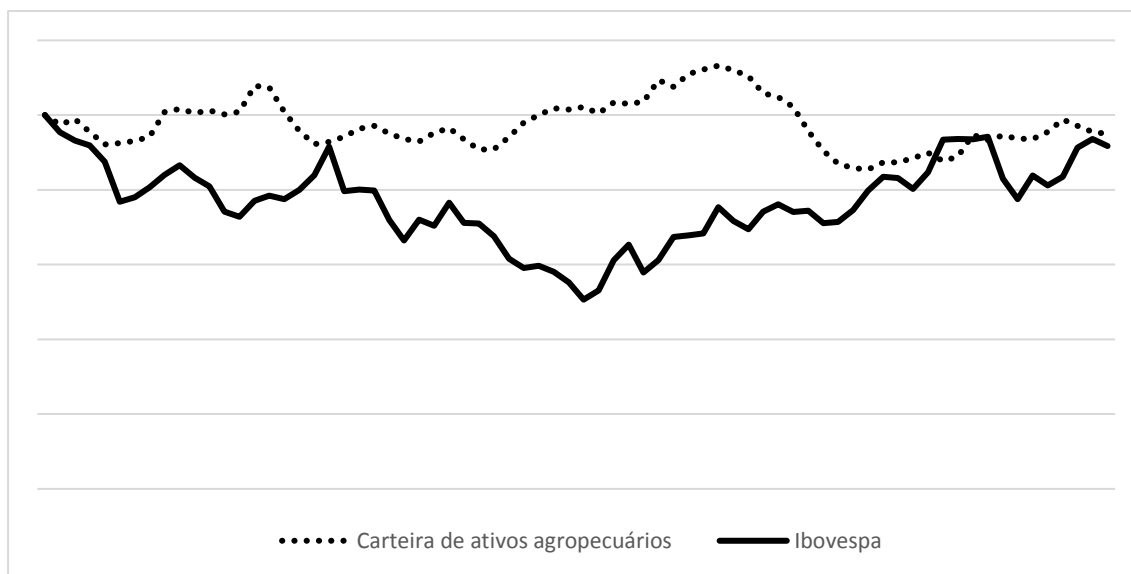
Analisando a regressão constata-se que o coeficiente do intercepto é significativo, pois o p-valor (0,9534) para o Ibovespa, sendo maiores que o nível de significância requerido (0,05), sendo obtidos resultados alinhados com a hipótese do mercado eficiente.

Quanto ao coeficiente do prêmio de mercado, verifica-se que este também não é significativo ao nível de 10%, pois o p-valor (0,6511) com relação ao Ibovespa. Estes resultados não demonstram um alinhamento com a teoria do CAPM, não estando de acordo com outros resultados como os de Nakamura (2000) e Noda, Martelanc e Securato (2014).

Desta maneira, a hipótese levantada, de que o Ibovespa represente o papel da referida carteira de mercado brasileira, não são validadas, pois não explica o retorno da dos ativos agropecuários.

Por fim, o movimento das variáveis analisadas indica um movimento mais defensivo se comparado ao Ibovespa, conforme pode ser ilustrado pelo Gráfico 4:

Gráfico 4. Carteira de ativos agropecuários x Ibovespa



Fonte: Elaborado pelo autor. Dados: MAPA/Economática®

4.3.1 Regressão do excesso do retorno dos ativos agropecuários individuais com relação ao excesso do retorno do Ibovespa

Tabela 17. Resumo dos resultados estatísticos da regressão do excesso do retorno dos ativos agropecuários individuais em relação ao excesso do retorno do Ibovespa

Ativos	β	R ² ajustado	p-valor (F)	Durbin-Watson
Algodão	-0,199634	0,025095	0,098681	1,289608
Arroz	-0,115567	0,036819	0,059348	1,01454
Banana	0,770752	0,02635	0,09339	2,006993
Batata	-0,333717	-0,009261	0,551759	1,823745
Café	0,066357	-0,006243	0,454532	1,394086
Cana	0,0498375	0,040776	0,050117	1,325816
Laranja	0,371057	0,025763	0,095825	0,890834
Milho	-0,165204	0,009686	0,198634	1,396283
Soja	-0,0691612	-0,008225	0,514683	1,275597
Tomate	0,130949	-0,013938	0,846531	1,846293
Trigo	-0,172841	0,007701	0,218345	0,823397
Uva	0,411854	0,018113	0,134668	1,713042
Maçã	-0,259388	0,114823	0,00224	1,567347

Boi gordo	0,0484577	0,005043	0,248449	1,449166
Suíno	-0,201943	0,00854	0,209748	2,050249
Frango	-0,0192530	-0,014249	0,897859	1,736359
Leite	0,0799388	-0,006092	0,450423	0,645975

Fonte: Elaborado pelo autor.

Levando-se em consideração o resultado do teste F (Tabela 17), apresenta um p-valor do teste F significativo ao nível de 10% apenas para os ativos: algodão, arroz, banana, cana, laranja e maçã.

Para os demais ativos, constata-se que a regressão não é significativa, pois o p-valor destes apresentam níveis de significância maiores que 10%. Tal característica, reforça a proposta deste estudo que é propor uma carteira de mercado que possa refletir melhor o agronegócio brasileiro.

4.4 Regressão do excesso do retorno dos ativos agropecuários individuais com relação ao excesso do retorno da carteira dos ativos agropecuários

Ao se realizar e analisar os resultados desta regressão, evidencia-se que há a possibilidade de se utilizar outras carteiras que buscam explicar e evidenciar de uma maneira mais consistente o agronegócio brasileiro.

Tabela 18. Resumo dos resultados estatísticos da regressão do excesso do retorno dos ativos agropecuários individuais em relação ao excesso do retorno da carteira agropecuária

Ativos	β	R ² ajustado	p-valor (F)	Durbin-Watson
Algodão	0,375146	0,021115	0,117702	1,265648
Arroz	0,268449	0,005653	0,241119	1,076855
Banana	6,41245	0,612677	4,51E-16	1,751416
Batata	0,506925	-0,012684	0,726583	1,776205
Café	0,727132	0,193385	0,000074	1,606413
Cana	0,185652	0,147864	0,000547	1,01829
Laranja	2,57533	0,147864	0,000547	1,01829
Milho	1,55954	0,338918	6,06E-08	1,507516
Soja	0,689085	0,136262	0,000901	1,176974
Tomate	0,550119	-0,01086	0,620081	1,836916
Trigo	0,312418	0,02675	0,091768	0,76186
Uva	0,338364	-0,011205	0,637233	1,741538
Maçã	0,614362	0,051627	0,031657	1,62448
Boi gordo	0,483192	0,316669	1,96E-07	1,591768
Suíno	1,107	0,073652	0,012584	2,08171

Frango	1,01426	0,127894	0,001287	1,737319
Leite	0,0855993	-0,006487	0,461296	0,654016

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados desta regressão, levando-se em conta o teste F (Tabela 18), evidencia que para um p-valor do teste F significativo ao nível de 10%, a carteira agropecuária é significativa quanto à explicação de 11 ativos: banana, café, cana, laranja, milho, soja, trigo, maçã, boi gordo, suíno e frango. Portanto, há uma representatividade maior, comparando –se aos resultados obtidos com relação ao Ibovespa.

Adicionalmente ao seu cálculo, busca-se propor a aplicação dos coeficientes angulares (β 's), tido como risco sistemático dos ativos estudados, na aplicação do modelo CAPM, sugerindo, portanto, os custos de capital a serem utilizados na obtenção do custo médio ponderado do capital (WACC) em estudos de viabilidade econômico-financeira de investimentos em determinadas culturas conforme Tabela 19:

Tabela 19. Resumo do CAPM para cálculo do custo de capital próprio

Ativos	β	Retorno do ativo livre de risco (SELIC)	Prêmio pelo risco	k_e
Algodão	0,375146	6,50%	8,20%	9,58%
Arroz	0,268449	6,50%	8,20%	8,70%
Banana	6,41245	6,50%	8,20%	59,08%
Batata	0,506925	6,50%	8,20%	10,66%
Café	0,727132	6,50%	8,20%	12,46%
Cana	0,185652	6,50%	8,20%	8,02%
Laranja	2,57533	6,50%	8,20%	27,62%
Milho	1,55954	6,50%	8,20%	19,29%
Soja	0,689085	6,50%	8,20%	12,15%
Tomate	0,550119	6,50%	8,20%	11,01%
Trigo	0,312418	6,50%	8,20%	9,06%
Uva	0,338364	6,50%	8,20%	9,27%
Maçã	0,614362	6,50%	8,20%	11,54%
Boi gordo	0,483192	6,50%	8,20%	10,46%
Suíno	1,107	6,50%	8,20%	15,58%
Frango	1,01426	6,50%	8,20%	14,82%
Leite	0,0855993	6,50%	8,20%	7,20%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Esta carteira, portanto, demonstra ser uma alternativa a ser considerada em relação ao Ibovespa no que tange a estudos voltados às finanças no campo do agronegócio brasileiro.

4.5 Testes de Robustez

4.5.1 Teste de raízes unitárias

Para que seja possível verificar se a série é estacionária ou não, precisa-se realizar o teste de raízes estacionárias. A estacionariedade é uma característica desejável e relevante, referindo-se ao comportamento de uma variável em relação à sua média.

Caso uma série de dados apresente raiz unitária, esta será considerada não estacionária. Desta maneira, apenas séries estacionárias podem ser utilizadas para estimar uma regressão, para que a regressão seja considerada consistente para outros períodos de tempo (WOOLDRIDGE, 2010).

A hipótese nula dos testes de raízes unitárias implica que a variável apresenta raiz unitária. Portanto, espera-se que haja rejeição da hipótese nula para que a variável seja estacionária. Neste estudo, são utilizadas apenas séries de log-retornos, ou seja, as variáveis já em primeira diferença. A estacionariedade é uma característica esperada em séries de retornos (BROOKS, 2014).

Recentemente, os testes de raízes unitárias têm apresentado grande eficiência quando realizados em dados em painel, sendo testes de raiz unitária de várias séries que foram aplicadas às estruturas do painel de dados. Com o objetivo de verificar se as séries possuíam raiz unitária, foi aplicado o teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) tanto às séries log-retorno quanto aos resíduos das regressões. Foi utilizada a configuração padrão definida automaticamente pelo Gretl®.

O teste ADF testa processos individuais de raiz unitária, podendo variar entre as séries. Segundo Wooldridge (2010) e Brooks (2014), o teste ADF apresenta como característica a combinação de testes de raiz unitária individual para derivar um resultado comum. Os resultados destes testes são evidenciados pelas Tabela 20 e 21:

Tabela 20. Testes de raiz unitária de Dickey-Fuller aumentado (ADF) das regressões realizadas

Regressão correspondente	Variável	p-valor assintótico
Regressão Excesso do retorno das empresas do agronegócio listadas na B ³ x Var_Ibov	Excesso do retorno das empresas do agronegócio listadas na B ³ (diário)	4,59E-91
	Excesso do retorno da carteira dos ativos agropecuários (diário)	6,68E-92
	Resíduo da regressão	1,25E-86
Regressão Excesso do retorno das empresas do agronegócio listadas na B ³ x Excesso do retorno da carteira dos ativos agropecuários	Excesso do retorno das empresas do agronegócio listadas na B ³ (mensal)	0,3849
	Excesso do retorno da carteira dos ativos agropecuários (mensal)	0,5275
	Resíduo da regressão	0,3057
Regressão Excesso do retorno da carteira dos ativos agropecuários x Excesso do retorno do Ibovespa	Excesso do retorno da carteira dos ativos agropecuários	2,98E-05
	Excesso do retorno do Ibovespa	7,19E-10
	Resíduo da regressão	2,83E-05

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 21. Testes de raiz unitária de Dickey-Fuller aumentado (ADF) das regressões e dos resíduos

Regressão correspondente	Excesso do retorno dos ativos agropecuários:	p-valor assintótico	p-valor assintótico do resíduo da regressão
Regressão Excesso do retorno dos ativos agropecuários x Excesso do retorno do Ibovespa	Algodão	9,22E-08	5,20E-05
	Arroz	2,19E-08	3,23E-07
	Banana	0,5302	1,81E-11
	Batata	2,30E-06	0,001445
	Café Arábica	0,0001769	9,97E-05
	Cana Campo	0,03108	0,08815
	Laranja	2,04E-07	1,85E-06
	Milho	1,56E-05	1,63E-05
	Soja	8,48E-07	8,73E-07
	Tomate	3,42E-06	3,99E-06
	Trigo	2,21E-06	6,88E-06
	Uva	8,43E-07	2,52E-06
	Maçã	1,33E-06	1,14E-06
	Boi gordo	1,06E-06	2,16E-06
	Suíno	1,34E-07	2,59E-07
	Frango congelado	0,6457	0,623
	Leite	0,003995	0,001116
	Excesso do retorno do Ibovespa	7,19E-10	
Regressão Excesso do retorno dos ativos agropecuários x Excesso do retorno da carteira dos ativos agropecuários	Algodão	9,22E-08	1,32E-03
	Arroz	2,19E-08	1,48E-09
	Banana	0,5302	4,03E-03
	Batata	2,30E-06	2,40E-06
	Café Arábica	0,0001769	2,92E-04
	Cana Campo	0,03108	0,02017

	Laranja	2,04E-07	1,84E-05
	Milho	1,56E-05	4,27E-06
	Soja	8,48E-07	1,14E-07
	Tomate	3,42E-06	4,23E-06
	Trigo	2,21E-06	6,80E-07
	Uva	8,43E-07	2,39E-07
	Maçã	1,33E-06	2,19E-06
	Boi gordo	1,06E-06	1,30E-02
	Suíno	1,34E-07	9,15E-05
	Frango congelado	0,6457	3,62E-08
	Leite	0,003995	0,003816
	Excesso do retorno da carteira dos ativos agropecuários	2,98E-05	
	ABEV3	1,62E-06	2,15E-06
	BRFS3	0,004023	0,0002754
	PCAR4	2,00E-07	5,91E-08
	NATU3	3,77E-05	3,69E-05
	JBSS3	1,57E-07	1,47E-07
	SLCE3	4,78E-06	9,16E-06
	MDIA3	5,04E-05	5,10E-05
	SMTO3	8,61E-11	4,45E-11
	MRFG3	9,83E-08	1,17E-07
	BEEF3	4,06E-07	1,56E-07
	AGRO3	1,34E-08	5,38E-08
	SUZB3	1,40E-06	1,44E-06
	KLBN11	1,49E-07	1,52E-07
	DTEX3	3,34E-10	2,93E-10
Regressão	Excesso do retorno das empresas do agronegócio listadas na B ³ em relação ao excesso do retorno da carteira dos ativos agropecuários		

KLBN4	9,73E-07	1,28E-06
FHER3	0,0242	0,02704
Excesso do retorno da carteira dos ativos agropecuários (mensal)	0,0002838	

Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com os resultados esperados, uma regressão e algumas variáveis deveriam ser desconsideradas na interpretação dos resultados. A regressão que deveria ter sido desconsiderada é a que leva em consideração o excesso do retorno das empresas do agronegócio listadas na B³ com relação ao excesso do retorno da carteira dos ativos agropecuários.

Já com relação às variáveis e suas respectivas regressões, deveria desconsiderar os ativos banana, café e frango congelado na regressão do excesso do retorno dos ativos agropecuários em relação ao excesso do retorno do Ibovespa; novamente, banana e frango congelado na regressão excesso do retorno dos ativos agropecuários com relação ao excesso do retorno da carteira dos ativos agropecuários; e do ativo FHER3 (Fertilizantes Heringer) da regressão do excesso do retorno das empresas do agronegócio listadas na B³ em relação ao excesso do retorno da carteira dos ativos agropecuários.

Posto o trabalho realizado, destacam-se os resultados obtidos e as proposições inovadoras para contribuição tanto do desenvolvimento acadêmico quanto social de utilização técnica, podendo ser utilizado por entidades como associações, cooperativas e sociedade em geral.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa foi motivada pela seguinte questão: a carteira de mercado, refletida no índice Ibovespa, reflete com significância a importância do agronegócio brasileiro, proporcionando assim uma avaliação acurada a um ativo que esteja inserido neste contexto econômico e exprimindo seu risco sistemático?

Para tanto os objetivos foram: i) propor uma carteira diversificada de ativos agrícolas de mercado que reflita o setor do agronegócio brasileiro e sirva de parâmetro para análise de investimento em toda a cadeia; ii) verificar a confiabilidade do índice proposto como carteira de mercado para o setor do agronegócio; iii) buscar evidenciar o risco sistemático de algumas culturas, bem como sugerir o custo de capital próprio que deverá ser levado em conta no estudo de viabilidade econômico-financeiro de investimentos.

O trabalho envolveu a área de finanças em administração e busca trazer respostas às dúvidas intrínsecas às atividades agropecuárias, uma vez que buscou se levantar o olhar desta atividade sob o espectro de investimentos.

Ressalta-se que apesar de representar aproximadamente 21,6% do PIB brasileiro, segundo o CEPEA, há poucos estudos que trazem à tona a relação de ativos agrícolas e técnicas de investimentos neste setor.

A importância deste trabalho descerra-se também pelo envolvimento de várias culturas e ações importantes para o Brasil, o qual é um dos maiores produtores e fornecedores de alimentos do mundo.

Esta pesquisa também direciona um olhar estratégico aos produtores rurais brasileiros que, muitas vezes, encontram um ambiente econômico, social, tecnológico e de acesso a crédito adverso às suas práticas e atribuições.

A construção dos resultados partindo da utilização do levantamento de preços e elaboração de regressões, bem como interpretação de práticas estatísticas, demonstra que é possível e viável a proposta de um método diferente de utilização da carteira de mercado que busca refletir de melhor maneira o agronegócio nacional.

Constata-se que mesmo com tamanha relevância da temática, não se encontram, para o mercado brasileiro, índices específicos que reflitam a realidade do risco de mercado do setor de agronegócio (OTTONELLI, CERETTA, VIEIRA, 2015).

Em resposta à pergunta central deste trabalho, conclui-se que o Ibovespa não reflete com significância a importância do agronegócio brasileiro no que concerne aos ativos *in natura*.

Portanto, este trabalho buscou sugerir e propor uma maneira de preencher esta lacuna que prejudica a evolução, adoção de práticas justificáveis e melhorias de sistemas gerenciais das propriedades, bem como do mercado nacional como um todo.

5.1 Implicações gerenciais

Esta pesquisa traz evidências reais da atividade agropecuária brasileira a fim de suprir determinados questionamentos gerenciais do produtor/empresário/investidor rural e inferir sobre determinadas práticas financeiras recorrentes na atividade por meio da sugestão de uma carteira que poderá auxiliar no cálculo dos riscos de cada cultura, bem como auxiliar no processo da obtenção de uma taxa de desconto mais acurada para a análise de investimentos.

Verifica-se que a tomada de decisão dos produtores e pesquisadores pauta-se em poucas e tradicionais alternativas que nem sempre podem, de fato, refletir o mercado de agropecuário brasileiro.

Os resultados desta pesquisa trazem uma nova perspectiva para o setor quando demonstra alternativa a métodos financeiros tradicionais no cálculo do risco sistemático das culturas, bem como de se propor uma alternativa à carteira de mercado tradicionalmente utilizada no mundo das finanças (Ibovespa).

Os proponentes do modelo CAPM inferem que a carteira teórica de mercado, e por sua vez o retorno desta, tem que ser a mais ampla possível, devendo representar todos os ativos da economia de todos os países, como: ouro, dólar, fundos de investimento, ações de todas as empresas do índice de mercado mais amplo possível, imóveis, carros dentre outros. Portanto é extremamente difícil, para não dizer impossível, de se conseguir.

Desta maneira, a proposição de uma carteira com ativos do agronegócio implica na complementação da carteira de mercado teórica, contribuindo para a formação de um portfólio com mais ativos e mais aderente às proposições do modelo CAPM tradicional.

Além disto, este estudo contribuiu para a investigação da sensibilidade dos preços dos “ativos” agropecuários, buscando interpretar cada bem como uma oportunidade de investimento.

Outra contribuição gerencial proporcionada pelo estudo, foi a elaboração e evidência de custos de capitais próprios para diferentes culturas agropecuárias, contribuindo com a sociedade e com o trabalho de consultores, gestores, produtores rurais, pesquisadores e investidores. Esses resultados foram determinados na Tabela 19, a qual é apresentada de forma

resumida na Tabela 22, pois traz a principal implicação prática dessa pesquisa ao contexto do agronegócio no Brasil.

Tabela 22. Custo do capital próprio das principais culturas agropecuárias do Brasil para 2019

Ativos	β	Custo do Capita Próprio
Algodão	0,38	9,58%
Arroz	0,27	8,70%
Batata	0,51	10,66%
Café	0,73	12,46%
Cana	0,18	8,02%
Laranja	2,58	27,62%
Milho	1,56	19,29%
Soja	0,69	12,15%
Tomate	0,55	11,01%
Trigo	0,31	9,06%
Uva	0,34	9,27%
Maçã	0,61	11,54%
Boi gordo	0,48	10,46%
Suíno	1,11	15,58%
Frango	1,01	14,82%
Leite	0,08	7,20%

Fonte: Elaborada pelo autor.

Nesse estudo, foi excluído o resultado para a cultura da “Banana” por se tratar um resultado atípico e por carecer novos estudos com maior nível de detalhamento.

Espera-se que, com este estudo, a maneira de se planejar um investimento nos setores agropecuários brasileiros possa apresentar alternativas às formas tradicionais e comumente utilizadas.

5.2 Limitações e Trabalhos Futuros

Como há poucos trabalhos, bases de dados escassas e de difícil acesso, uma das limitações do trabalho se deu na construção de uma série mais robusta e extensa para melhor compreensão do comportamento das culturas.

Portanto, o efeito da diversificação na construção de carteiras agropecuárias é limitado, uma vez que foram encontrados poucos estudos anteriores semelhantes para o caso brasileiro,

grandes empresas transnacionais possuem suas informações restritas e pequenos produtores não fazem gestão adequada de seus dados.

Para trabalho futuros, recomenda-se a utilização de séries mais longas, adicionar outros ativos à carteira de ativos do agronegócio, como peixe e madeira, analisar outras potenciais carteiras como alternativa ao Ibovespa no que tange uma carteira de agronegócios. Podem-se citar o Índice de *Commodities* – Brasil (IC-Br), elaborado pelo Banco Central do Brasil, e o Dow Jones/B³ Índice de *Commodities* (ICB), além de outras metodologias de cálculos para a estimação do risco sistemático dos “ativos” agropecuários como a teoria de precificação por arbitragem (APT) que permite verificar a sensibilidade dos preços de cada produto a fatores de mercado conjuntamente, tais como mercados financeiros, preços futuros e taxa de câmbio. Desta maneira poderia auxiliar produtores rurais que conseguiriam analisar com maior clareza como as variáveis em fatores macroeconômicos podem impactar nos preços futuros e, por sua vez, no risco sistemático de cada cultura.

REFERÊNCIAS

- AHARONI, G.; GRUNDY, B.; ZENG, Q. Stock returns and the miller modigliani valuation formula: revisiting the fama-french analysis. **Journal of Financial Economics**, Amsterdã, v. 110, n. 1, p. 347-357, 2013.
- ALISHAHI, A.; PROULX, J.; AIDER, M. Chitosan as biobased nanocomposite in seafood industry and aquaculture. **Seafood Science: Advances in Chemistry, Technology and Applications**, v. 211, 2014.
- ALVES, J. D. S. Análise comparativa e teste empírico da validade dos modelos CAPM tradicional e condicional: o caso das ações da Petrobrás. **Revista Ciências Administrativas**, Fortaleza, v. 13, n. 1, p. 147-157, agosto 2007.
- ANG, A.; CHEN, J.; XING, Y. Downside risk. **The Review of Financial Studies**, Oxford, v. 19, n. 4, p. 1191-1239, 2006.
- ARAÚJO, E. A. T.; OLIVEIRA, V. D. C.; SILVA, W. A. C. CAPM em estudos brasileiros: uma análise da pesquisa. **Revista de Contabilidade e Organizações**, Ribeirão Preto, v. 6, n. 15, p. 95-122, 2012.
- ARAÚJO, E.; FAJARDO, J.; TAVANI, L. C. D. CAPM usando uma carteira sintética do PIB Brasileiro. **Estudos econômicos**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 465-505, 2006.
- ARAÚJO, D. L.; BRESSAN, A. A.; BERTUCCI, L. A. et al. O risco de mercado do agronegócio brasileiro: uma análise comparativa entre os modelos CAPM e GARCH-M. **Revista eletrônica de Gestão Organizacional**, Recife-PE, v. 2, n. 3, p. 207-220, set. dez. 2004.
- ASCHE, F.; SMITH, M. D. Viewpoint: Induced innovation in fisheries and aquaculture. **Food Policy**, Elsevier, v. 76, p. 1-7, Abril 2018.
- ASSAF NETO, A.; LIMA, F. G.; ARAUJO, A. M. P. D. Uma proposta metodológica para o cálculo do custo de capital no Brasil. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 43, n. 1, p. 72-83, jan./mar., 2008.
- _____. **Finanças corporativas e valor**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2014.
- AZEVEDO, V. G.; SANTOS, A. A. P.; CAMPOS, L. M. D. S. Corporate sustainability and asset pricing models: empirical evidence for the Brazilian stock market. **Production**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 516-526, jun./set., 2016.
- B³ - BRASIL, BOLSA E BALCÃO. **Manual de definições e procedimentos dos índices da B³**. B³ - Brasil, Bolsa e Balcão. [S.l.], 2019.

B³ - BRASIL, BOLSA E BALCÃO. Índice de Commodities Brasil (ICB). **Site da B³**. Disponível em: <http://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/indices/indices-de-segmentos-e-setoriais/indice-de-commodities-brasil-icb.htm>. Acesso em: 18 jul. 2019.

BANZ, R. The relationship between return and market value of common stock. **Journal of Financial Economics**, Amsterdã, v. 9, n. 1, p. 3-18, 1981.

BENSON, K.; FAFF, R. β. **ABACUS**, Sidney, v. 49, p. 24-37, 2012.

BLACK, F.; JENSEN, M. C.; SCHOLES, M. The capital asset pricing model: some empirical tests. In: JENSEN, M. C. **Studies in the theory of capital markets**. New York: Praeger, 1972.

BM&FBOVESPA. Índice Bovespa (Ibovespa). **BM&FBovespa**, 2018. Disponível em: <http://www.bmfbovespa.com.br/pt_br/produtos/indices/indices-amplos/indice-bovespa-ibovespa.htm>. Acesso em: 21 out. 2018.

BODIE, Z.; KANE, A.; MARCUS, A. J. **Investimentos**. 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.

BONACIM, C. A.; NARDI, P. C.; SILVA, R. L. et al. Investment projects in agribusiness: cost-volume-profit analysis considering. **Custos e @gronegócios on line**, Recife, v. 9, n. 1, p. 27-48, 2013.

BREEDEN, D. An intertemporal asset pricing model with stochastic consumption and investment opportunities. **Journal of Financial Economics**, Amsterdã, v. 7, p. 265-296, 1979.

BRENES, E. R.; MONTOYA, D.; CIRAVEGNA, L. Differentiation strategies in emerging markets: the case of Latin American agribusinesses. **Journal of Business Research**, Elsevier, v. 67, n. 5, p. 847-855, 2014.

BROOKS, C. **Introductory econometrics for finance**. 2^a. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2008.

_____. **Introductory econometrics for finance**. 3^a. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

BROTHERSON, W. T. et al. “Best practices” in estimating the cost of capital: an update. **Journal of Applied Finance**, Paris, v. 23, n. 1, p. 1-19, 2013.

BROWN, P.; WALTER, T. The CAPM: theoretical validity, empirical intractability and practical applications. **ABACUS**, Sidney, v. 49, p. 44-50, 2012.

BROWN, S.; WARNER, J. Using daily stock returns: the case of event studies. **Journal of Financial Economics**, Amsterdã, v. 14, n. 1, p. 3-31, 1985.

CAMPBELL, J. Y. Intertemporal asset pricing without consumption data. **American Economic Review**, Washington-DC, v. 3, n. 83, p. 487-512, 1993.

CARHART, M. M. On persistence in mutual fund performance. **Journal of Finance**, Wiley, v. 52, n. 1, p. 57-82, 1997.

CASTRO, L. M.; CALVAS, B.; HILDEBRANDT, P et al. Avoiding the loss of shade coffee plantations: how to derive conservation payments for risk-averse land-users. **Agroforest Systems**, Springer Netherlands, v. 87, n. 5, p. 331-347, 2013.

_____; _____; KNOKE, T. Ecuadorian banana farms should consider organic banana with low price risks in their land-use portfolios. **PLOS One**, San Francisco, v. 23, n. 2, p. 1-23, 2015.

CEPEA. **Índices: exportação do agronegócio**. 2018. Disponível em: <[https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea_ExportAgro__2017_\(2\).pdf](https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea_ExportAgro__2017_(2).pdf)>. Acesso em: 15 nov. 2018.

_____. **PIB do agronegócio brasileiro**. 2018. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>>. Acesso em: 17 out. 2018.

_____. **Consultas ao banco de dados do site**. 2019. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/consultas-ao-banco-de-dados-do-site.aspx>>. Acesso em: 15 jun. 2019.

_____. **Mercado de trabalho do agronegócio**. 2019. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/mercado-de-trabalho-do-agronegocio.aspx>>. Acesso em: 15 jan. 2019.

CHEN, S.; WILSON, W. W.; LARSEN, R. et al. Investing in agriculture as an asset class. **Agribusiness**, Wiley, v. 31, n. 3, p. 353-371, 2015.

CHIAH, M.; CHAI, D.; ZHONG, A. et al. A better model? An empirical investigation of the fama-french five-factor model in Australia. **International Review of Finance**, St. Louis, v. 16, n. 4, p. 595-638, 2016.

CLARK, B. M.; JOSHUA, D.; D'ANTONI, J. et al. The role of an agribusiness index in a modern portfolio. **Agricultural Finance Review**, Bingley, v. 72, n. 3, p. 362-380, 2012.

COPELAND, T.; KOLLER, T.; MURRIN, J. **Avaliação de empresas valuation**: calculando e gerenciando o valor das empresas. 3. ed. São Paulo: Makron Books, 2002.

CORRÊA, R. G. D. F.; KLIEMANN NETO, F. J.; DENICOL, J. Revisão de proposições para a gestão econômico-financeira de sistemas produtivos agropecuários: a inter-relação entre fluxo de caixa, sistemas de custos e recursos compartilhados. **Custos e @gronegocio on line**, Recife, v. 12, n. 1, p. 113-141, 2016.

COSTA, C. C. D. M.; ALMEIDA, A. L. T.; FERREIRA, M. A. M. et al. Determinantes do Desenvolvimento do setor Agropecuário nos Municípios. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 48, n. 2, p. 295-309, 2013.

DAMODARAN, A. **Avaliação de investimentos**: ferramentas e técnicas para a determinação do valor de qualquer ativo. Rio de Janeiro: Quality mark, 1997.

_____. **Filosofias de investimento**: estratégias bem-sucedidas e os investidores que as fizeram funcionar. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2007.

_____. **Equity risk premiums**: determinants, estimation and implications – the 2010 edition. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=1556382>, 2010. Acesso em: 20 maio 2019.

DILL, R. P.; SOUZA, F. C. D.; BORBA, J. A. Uma proposta de um modelo de otimização do portfólio para culturas de verão. **Custos e @gronegocio on line**, Recife, v. 6, n. 3, p. 90-110, 2010.

DIRKS, F. C. Recent investment return on industrial stocks. **The Journal of Finance**, Wiley, v. 13, n. 3, p. 370-385, 1958.

FAMA, E. F.; FRENCH, K. The cross-section of expected stock returns. **Journal of Finance**, Wiley, v. 47, n. 2, p. 427-465, 1992.

_____; _____. Common risk factors in the returns on stocks and bonds. **Journal of Financial Economics**, Amsterdã, v. 33, p. 3-56, 1993.

_____; _____. Multifactor explanation of asset pricing anomalies. **Journal of Finance**, Wiley, v. 56, n. 1, p. 55-84, 1996.

_____; _____. The capital asset pricing model: theory and evidence. **Journal of Economic Perspectives**, Nashville, v. 18, n. 3, p. 25-46, 2004.

_____; _____. A five-factor asset pricing model. **Journal of Financial Economics**, Elsevier, v. 116, n. 1, p. 1-22, 2015.

FAMA, E. F.; FRENCH, K; MACBETH, J. D. Risk, return and equilibrium: empirical tests. **Journal of Political Economy**, Chicago, v. 81, n. 3, p. 607-636, 1973.

FAO. **The state of world fisheries and aquaculture**. FAO. Roma, 2016.

FARINELLI, J. B. D. M. **Flexibilidade gerencial e diversificação de culturas na propriedade rural canavieira**. 2017. 135 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Jaboticabal, 2017.

_____; SANTOS, D. F. L.; FERNANDES, C. et al. Crop Diversification Strategy to Improve Economic Value in Brazilian Sugarcane Production. **Agronomy Journal**, Madison, v. 110, n. 4, p. 1402-1411, abr., 2018.

FELLET, B. G. **Avaliação de modelos de precificação de ativos no mercado acionário brasileiro**. 2016. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis), Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

FERNANDES, A. R. D. J.; FONSECA, S. E.; IQUIAPAZA, R. A. Performance measurement models and their influence on net fundraising of investment funds. **Revista Contabilidade & Finanças**, São Paulo, v. 29, n. 78, p. 435-451, 2018.

FERNANDEZ, P.; MARTINEZ, M.; ACÍN, I. F. Market risk premium and risk-free rate used for 69 countries in 2019: A Survey. **SSRN**, p. 1-15, 2019.

GAMEIRO, A. H.; ROCCO, C. D.; CAIXETA FILHO, J. V. Linear programming in the economic estimate of livestock-crop integration: application to a Brazilian dairy farm. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 45, n. 4, p. 181-189, 2016.

GEMAN, H. (Ed.). **Risk management in commodities markets: from shopping to agricultural and energy**. [S.l.]: Willey Finance, 2008.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GONÇALVES, R. M. L. **Condicionantes do risco de liquidez em cooperativas de economia e crédito mútuo do estado de Minas Gerais**. 2005. 136 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada).-Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2005.

GRAHAM, J. R.; HARVEY, C. R. The theory and practice of corporate nance. **Journal of Financial Economics**, Amsterdã.v. 60, p. 187-243, 2001.

GREGORY, A.; HUA, S.; THARYAN, R. In search of beta. **The British Accounting Review**, Oxford, v. 50, n. 4, p. 425-441, jun., 2018.

GROSSMAN, S.; SHILLER, R. The determinants of the variability of stock market prices. **American Economic Review**, Washington-DC, v. 71, p. 222-227, 1981.

GUJARATI, D. N. **Econometria básica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2006.

HAGLER, C. E. M.; BRITO, R. D. O. Sobre a eficiência dos índices de ações brasileiros. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 42, n. 1, p. 74-85, 2007.

HANSEN, G. D.; PRESCOTT, E. C. Malthus to Solow. **American Economic Review**, Washington-DC, v. 92, n. 4, p. 1205-1217, set., 2002.

HANSEN, L.; SINGLETON, K. Generalized instrumental variables estimation of nonlinear rational expectations models. **Econometrica**, New Haven, v. 50, p. 1269-1288, 1982.

_____; _____. Stochastic consumption, risk aversion, and the temporal behavior of asset returns. **Journal of Political Economy**, Chicago, v. 91, p. 249-268, 1983.

JAFFE, J.; KEIM, D. B.; WESTERFIELD, R. Earnings yields, market values, and stock returns. **Journal of Finance**, Wiley, v. 44, n. 1, p. 135-148, 1989.

JOHNSON, M. S.; LAWSON, T. The impact of the food safety and modernization act on firm value. **Agricultural Finance Review**, Bingley, v. 76, n. 2, p. 233-245, 2016.

KANDEL, S.; STAMBAUGH, R. Portfolio inefficiency and the cross-section of expected returns. **Journal of Finance**, Wiley, v. 50, n. 1, p. 157-184, 1995.

KATCHOVA, A. L.; ENLOW, S. J. Financial performance of publicly-traded agribusinesses. **Agricultural Finance Review**, Bingley, v. 73, n. 1, p. 58-73, 2013.

KOMAREK, A. M.; LI, L.; BELLOTTI, W. D. Whole-farm economic and risk effects of conservation agriculture in a crop-livestock system in western China. **Agricultural Systems**, Sydney, v. 137, n. 1, p. 220-226, 2015.

KUBRUSLY, L. S. Um procedimento para calcular índices a partir de uma base de dados multivariados. **Pesquisa Operacional**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 1, p. 107-117, 2001.

LAKONISHOK, J.; SHAPIRO, A. C. Systematic risk, total risk and size as determinants of stock market returns. **Journal of Banking and Finance**, Elsevier, v. 10, n. 1, p. 115-132, 1986.

LEVY, M.; ROLL, R. The market portfolio may be mean/variance efficient after all. **The Review of Financial Studies**, Oxford, v. 23, n. 6, p. 2464-2491, 2010.

LIMA, J. D. D.; TRENTI, M. G.; OLIVEIRA, G. A. et al. Revisão de proposições para a gestão econômico-financeira de sistemas produtivos agropecuários: a inter-relação entre fluxo de caixa, sistemas de custos e recursos compartilhados. **Custos e @gronegocio on line**, Recife, v. 12, n. 1, p. 113-141, 2016.

LINTNER, J. The valuation of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets. **The Review of Economics and Statistics**, v. 47, n. 1, p. 13-37, 1965.

LUCAS, R. Asset prices in an exchange economy. **Econometrica**, New Haven, v. 46, p. 1429-1445, 1978.

MADSEN, J. B.; ROBERTSON, P. E.; YE, L. Malthus was right: explaining a millennium of stagnation. **European Economic Review**, Elsevier, v. 118, p. 51-68, set., 2019.

MARKOWITZ, H. Portfolio selection. **The Journal of Finance**, Wiley, v. 7, n. 1, p. 77-91, 1952.

_____. **Portfolio Selection**: efficient diversification of investment. New York: Yale University Press, 1959.

MARTINS, C. M. F. **Opções reais e diversificação no produção agrícola**: determinação dos limites de entrada/saída e valoração de opções em conversão de investimento em lavoura de culturas temporárias. 2009. 230 f. Tese (Doutorado em Administração), Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2009.

MERTON, C. An intertemporal capital asset pricing model. **Econometria**, New Haven, v. 5, n. 41, p. 867-887, 1973.

MAPA. **Gestão estratégica**: valor bruto da produção. 2018. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/ministerio/gestao-estrategica/valor-bruto-da-producao>>. Acesso em: 20 nov. 2018.

_____. **Agropecuária brasileira em números**: valor bruto da produção (VBP). 2019. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/agropecuaria-brasileira-em-numeros>>. Acesso em: 17 jul. 2019.

MOREIRA, V. R. et al. O cooperativismo e a gestão dos riscos de mercado: análise da fronteira de eficiência do agronegócio paranaense. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 50, n. 1, p. 51-68, mar. 2012.

MOREIRA, V. R.; BARREIROS, R. F.; PORTIL, R. M. Portfolio de produção agropecuária e gestão de riscos de mercado nas cooperativas do agronegócio paranaense. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 46, n. 4, p. 325-341, 2011.

- MOSSIN, J. Equilibrium in a capital asset market. **Econometrica**, New Haven, v. 34, n. 4, p. 768-783, 1966.
- NAKAMURA, W. T. Estudos empíricos sobre a eficiência da carteira teórica do Índice BOVESPA. **Revista de Administração do Mackenzie**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 67-81, 2000.
- NODA, R. F.; MARTELANC, R.; SECURATO, J. R. Eficiência da carteira de mercado no plano média-variância. **Revista Brasileira de Finanças**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 67-88, 2014.
- NOVAK, J. Systematic risk changes, negative realized excess returns and time-Varying CAPM Beta. **Finance a Uver**, Republica Theca, v. 65, n. 2, p. 167-190, 2009.
- NOVY-MARX, R. The other side of value: the gross profitability premium. **Journal of Financial Economics**, Amsterdã, v. 108, n. 1, p. 1-28, 2013.
- OTTONELLI, J.; CERETTA, P. S.; VIEIRA, K. M. Risco sistemático das commodities agropecuárias brasileiras e internacionais. **Custos e Agronegócio online**, v. 11, n. 3, p. 345-363, jul. 2015.
- PAIVA, F. D. Modelos de precificação de ativos financeiros de fator único: um teste empírico dos modelos Capm E D-Capm. **Caderno de Pesquisas em Administração**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 49-65, abr./jun., 2005.
- PALAZZO, V.; SAVOIA, J. R.; SECURATO, J. R. et al. Análise de carteiras de valor no mercado brasileiro. **Revista Contabilidade & Finanças**, São Paulo, v. 29, n. 78, p. 452-468, 2018.
- PEREIRA, R. M.; ALVES JÚNIOR, J.; CASAROLI, D. et al. Viabilidade Econômica da Irrigação de Cana-de-açúcar no Cerrado Brasileiro. **Irriga & Inovagri**, Botucatu, v. 1, n. esp., p. 149-157, 2015.
- RAY, D. K.; RAMANKUTTY, N.; MUELLER, N. D. et al. Recent patterns of crop yield growth and stagnation. **Nature Communications**, Londres, v. 1293, n. 3, p. 1-7, dez., 2012.
- RAYNOLDS, L. T.; LONG, M. A.; MURRAY, D. L. Regulating corporate responsibility in the american market: a comparative analysis of voluntary certifications. **Competition & Change**, Neww York, v. 18, n. 2, p. 91-110, 2014.
- REARDON, T.; BARRET, C. B.; BERDEGUÉ, J. A. et al. Agrifood industry transformation and small farmers in developing countries. **World Development**, Elsevier, v. 37, n. 11, p. 1717-1727, nov., 2009.
- RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

ROCHMAN, R. R.; SALVADOR, P. E. Precificação de terrenos agrícolas através da abordagem de opções reais: modelo com aplicação a cultura de soja e milho no Centro-Oeste do Brasil. In. ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 41., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: ANPEC, 2013. p. 1-20.

ROGERS, P.; SECURATO, J. R. Estudo comparativo no mercado brasileiro do Capital Asset Pricing Model (CAPM), Modelo 3-Fatores de Fama e French e Reward Beta Approach. **RAC eletrônica**, Curitiba, v. 3, n. 1, p. 159-179, jan./abr., 2009.

ROLL, R. A critique of the asset pricing theory's tests. **Journal of Financial Economics**, Amsterdã, v. 4, p. 129-176, 1977.

_____; ROSS, S. On the cross-sectional relation between expected return and betas. **Journal of Finance**, Wiley, v. 49, n. 1, p. 101-121, 1994.

ROSS, S.; JAFFE, J.; WESTERFIELD, R. **Administração financeira: corporate finance**. São Paulo: Atlas, 2002.

SAATH, K. C. D. O.; FACHINELLO, A. L. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 56, n. 2, p. 195-212, abr./jun., 2018.

SABOURIN, V.; AYANDE, A. commercial opportunities and market demand for nanotechnologies in agribusiness sector. **Journal of Technology Management & Innovation**, Santiago, v. 10, n. 1, p. 40-51, 2015.

SALOMON, D. V. **Como fazer uma monografia: elementos de metodologia do trabalho científico**. 4. ed. Belo Horizonte: Interlivros, 1991.

SANTOS, J. O.; FAMÁ, R.; MUSSA, A. A adição do fator de risco momento ao modelo de precificação de ativos dos três fatores de Fama & French aplicado ao mercado acionário brasileiro. **REGE - Revista de Gestão**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 453-471, set., 2012.

SANTOS, D. F. L.; MENDES, C. C.; FARINELLI, J. B. M. et al. Viabilidade econômica e financeira na produção de cana-de-açúcar em pequenas propriedades rurais. **Custos e @gronegocio on line**, Recife, v. 12, n. 4, p. 222-254, out./dez., 2016.

SANTOS, D. F. L.; JURCA, F. L. Análise de investimento em confinamento bovino no centro-oeste brasileiro: um estudo de caso. **Custos e @gronegocio On Line**, Recife, v. 9, n. 4, p. 129-161, 2013.

SANTOS, M. P. S.; BOTELHO FILHO, F. B.; SOARES, J. B. Redução de risco: hedge ou diversificação? **Revista de Economia Agrícola**, São Paulo, v. 55, n. 1, p. 31-40, 2008.

SCOLARI, D. D. G. Produção agrícola mundial: o potencial do Brasil. In: _____. (Org.). **Visão progressista do agronegócio brasileiro**. Brasília: Fundação Milton Campos, 2006.

SERRA, R. G.; NAKAMURA, W. T. Is new Ibovespa the best investment option? **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, São Paulo, v. 18, n. 59, p. 87-107, 2016.

_____; SAITO, A. T.; FÁVERO, L. P. L. Nova metodologia do Ibovespa, betas e poder explicativo dos retornos das ações. **Revista de Contabilidade e Organizações**, São Paulo, v. 27, p. 71-85, 2016.

SHARPE, W. F. Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk. **The Journal of Finance**, Wiley, v. 19, n. 3, p. 425-442, set., 1964.

SILVA, E. C. **Como administrar o fluxo de caixa das empresas**: guia de sobrevivência empresarial. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

SILVA, W. A. C.; PINTO, E. A.; MELO, A. A. D. O. O CAPM e o CAPM condicional na precificação de índices acionários: evidências de mudanças nos coeficientes estimados de 2005 a 2008. **Revista de Administração Mackenzie**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 106-134, 2012.

SILVEIRA, A. G.; SANTOS, D. F. L.; RODRIGUES, S. V. Análise do desempenho das ações do setor do agronegócio na BM&FBOVESPA. **Revista de Administração IMED**, Passo Fundo, v. 7, n. 1, p. 158-179, ago., 2017.

SNA. **BNDES**: agropecuária brasileira deve receber investimentos importantes entre 2015 e 2018. 2015. Disponível em: <<https://www.sna.agr.br/bndes-agropecuaria-brasileira-deve-receber-investimentos-importantes-entre-2015-e-2018/>>. Acesso em: 15 jan. 2019.

SOARES, R. O.; ROSTAGNO, L. M.; SOARES, K. T. C. Estudo de evento: o método e as formas de cálculo do retorno anormal. In: ENCONTRO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 26, 2002, Salvador-BA. **Anais...** Salvador-BA: ANPAD, 2002.

STAMBAUGH, R. On the exclusion of the assets from tests of the two parameter model. **On the exclusion of the assets from tests of the two parameter model**, v. 10, p. 235-268, 1982.

STANDARD&POOR'S. S&P Global Agribusiness Index. **S&P Dow Jones Indices**, 2018. Disponível em: <<https://portugues.spindices.com/indices/equity/sp-global-agribusiness-equity-index>>. Acesso em: 21 out. 2018.

SWINNEN, J. F. M.; VANDEPLAS, A. Market power and rents in global supply chains. **Agricultural Economics**, v. 41, n. 1, p. 109-120, 2010.

THOMÉ NETO, C.; LEAL, R. P. C.; ALMEIDA, V. D. S. Um índice de mínima variância de ações brasileiras. **Economia Aplicada**, São Paulo, v. 15, n. 4, p. 535-557, 2011.

TIFFEN, M.; MORTIMORE, M. Malthus controverted: the role of capital and technology in growth and environment recovery in Kenya. **World Development**, Elsevier, v. 22, n. 7, p. 997-1010, 1994.

UDOP. **Dados de mercado**: preço. 2019. Disponível em:
<https://www.udop.com.br/cana/tabela_consecana_saopaulo.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2019.

USDA. **USDA Agricultural Projections to 2028**. United States Department of Agriculture - USDA. [S.l.], 2019.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introdução à econometria**: uma abordagem moderna. São Paulo: Cengage CTP, 2010.

WORLD BANK. Growing Africa: unlocking the potential of agribusiness. **AFTFP/AFTAI**, Washington D.C., v. 2, 2013.