



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO RURAL

**EFICIÊNCIA DE MERCADO E ESTRATÉGIA DE HEDGE:
uma aplicação no setor sucroalcooleiro no estado da
Paraíba**

ALEXANDRA KELLY DE MORAES

RECIFE, MAIO/2019



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO RURAL

EFICIÊNCIA DE MERCADO E ESTRATÉGIA DE HEDGE: uma aplicação no setor sucroalcooleiro no estado da Paraíba

ALEXANDRA KELLY DE MORAES

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Administração e Desenvolvimento Rural como exigência parcial à obtenção do título de Mestre em Administração.

Orientador: Prof.º MARCOS FELIPE FALCÃO SOBRAL, DSc.

Co orientador: Prof.º ANDRÉ DE SOUZA MELO, DSc.

RECIFE, MAIO/2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

M827e Moraes, Alexandra Kelly de
Eficiência de mercado e estratégia de Hedge: uma aplicação no
setor sucroalcooleiro no Estado da Paraíba / Alexandra Kelly de
Moraes. – 2019.
98 f.: il.

Orientador: Marcos Felipe Falcão Sobral.
Coorientador: André de Souza Melo.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de
Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Administração e
Desenvolvimento Rural, Recife, BR-PE, 2019.
Inclui referências.

1. Agroindústria canavieira – Paraíba 2. Eficiência
organizacional 3. Mercadorias 4. Hedge (Finanças) I. Sobral, Marcos
Felipe Falcão, orient. II. Melo, André de Souza, coorient. III. Título

CDD 631.1



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO
RURAL

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE DEFESA DE
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO DE

ALEXANDRA KELLY DE MORAES

***EFICIÊNCIA DE MERCADO E ESTRATÉGIA DE HEDGE: uma aplicação no
setor sucroalcooleiro no estado da Paraíba***

A comissão examinadora, composta pelos professores abaixo, sob a presidência do primeiro, considera o candidato **ALEXANDRA KELLY DE MORAES APROVADO**.

Orientador:

Prof.º MARCOS FELIPE FALCAO SOBRAL, DSc
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Banca Examinadora:

Prof.º ANTÔNIO ANDRÉ CUNHA CALLADO, DSc
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof.º ANDRÉ DE SOUZA MELO, DSc
Universidade Federal Rural de Pernambuco

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, o autor do meu projeto de vida, que trilhou os meus caminhos profissionais, capacitando-me com sabedoria para administrar as bênçãos que d'Ele recebo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Zeta e Eduardo Moraes, que me ajudaram a tornar esse sonho possível. Sem dúvida são as pessoas que, mais amo. Eles me ajudaram a ser a pessoa que sou hoje e tenho muito orgulho deles.

Aos meus irmãos e sobrinhas, pelos conselhos, disponibilidade e encorajamento naqueles momentos cruciais desta difícil jornada, bem como pela leitura crítica e atenta das versões preliminares da dissertação, contribuindo para o seu aperfeiçoamento. Meus agradecimentos ao carinho da minha avó Maria do Carmo e tia Valéria, que sempre estiveram ao meu lado me apoiando.

A minha madrinha Alba, sem dúvida é uma pessoa extraordinária, agradeço todo seu amor, carinho, admiração, e pela presença incansável com que me apoiou ao longo da minha vida acadêmica.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Marcos Sobral, pela paciência e dedicação e disponibilidade para o desenvolvimento da dissertação, e o Prof. Dr. André Melo, que foi muito importante no processo de desenvolvimento desta pesquisa. E o Prof. Dr. Antônio André Cunha Callado por sua participação na banca de defesa.

A todos os Professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Administração e Desenvolvimento Rural - PADR, que partilharam experiência e aprendizagem ao longo deste percurso. Em especial a Professora Ana Regina pelos valiosos ensinamentos, apoio e incentivo, uma grande educadora e amiga. Meu sincero agradecimento.

À minha amiga Mayara, agradeço o apoio e motivação incondicional que ajudou a tornar este trabalho uma válida e agradável experiência de aprendizagem. Estou grata pela nossa amizade.

Por fim, o meu profundo agradecimento a todas as pessoas que contribuíram diretamente e indiretamente para a concretização desta dissertação, estimulando-me intelectualmente e emocionalmente.

RESUMO

Esta dissertação está estruturada em dois ensaios acerca da eficiência de mercado e a operação de hedge no setor sucroalcooleiro no estado da Paraíba. O primeiro ensaio analisa a eficiência do mercado de açúcar e etanol da Paraíba, mediante o teste de cointegração. A proposta metodológica é de um estudo aplicado de abordagem quantitativa. Utilizou-se séries históricas do açúcar e etanol do mercado paraibano, que foram coletadas na Bolsa de Mercados e Futuros – BM&FBOVESPA e no Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada- CEPEA. Para tanto, aplicou-se as métricas de Estatísticas Descritiva para descrever os comportamentos das séries históricas, o Teste Aumentado de Dickey-Fuller para verificar a estacionariedade das séries, e por fim o Teste de Cointegração, para analisar a relação das séries a longo prazo. Os resultados indicaram um comportamento com diversos movimentos oscilatórios com tendências para baixa e alta nos preços no mercado para ambas as séries. Quanto a estacionariedade das séries, as variáveis à vista e futuro do mercado paraibano, apresentou-se raízes não estacionárias. Por fim, as séries estimam-se que não há cointegração no nível de significância de 5% e 10%, afirmando que há uma rejeição. Assim, ficou evidenciado que para ambas variáveis não existe um vetor de cointegração. Podendo assim, concluir que o setor sucroalcooleiro do mercado paraibano é ineficiente. O segundo ensaio, analisa a operação de *hedge* na comercialização do Etanol Hidratado – ETH do estado da Paraíba. A proposta metodológica consiste em um estudo de caso com abordagem quantitativa. Para tanto, utilizou-se de séries históricas do etanol hidratado do mercado paraibano, preços futuros obtidos através da Bolsa de Mercados e Futuros – BM&FBOVESPA, e, por fim, os preços à vista em uma usina sucroalcooleiro do estado da Paraíba. Foram aplicados os seguintes métodos econométricos, valor base, base de risco e a estatística descritiva para verificar o comportamento da série histórica; o Teste Aumentado de Dickey-Fuller para verificar a estacionariedade do etanol e o o Teste de Cointegração de Johansen e Juselius para descrever a relação do etanol à longo prazo, e por fim, mensurou-se a operação de *hedge* e a razão ótima e efetividade de *hedge*. Os resultados indicaram que o etanol hidratado no mercado estudado, apresentou um comportamento com movimentos oscilatórios com tendências para baixa e alta nos preços para ambas as variáveis à vista e futuro. Quanto à estacionariedade e a cointegração, foi apresentado os testes λ trace, e λ máximo, das variáveis do etanol hidratado, indicando que aceita a hipótese nula para o preço à vista praticado pela a empresa estudada, implicando assim para a existência de um vetor cointegração. Por fim, mensurou-se as operações de *hedge*, o que sinalizou para um risco de aproximadamente de 21% para o preço à vista da Usina Agroindustrial e de 9% para o preço futura da BM&FBOVESPA, ou seja, não existe efetividade na cobertura de risco. Diante de todos os resultados obtidos, pode-se chegar à conclusão de que é latente a necessidade de proteção mediante a operação de *hedge* por parte dos investidores interessados no mercado paraibano de etanol hidratado, a fim de minimização dos riscos do preço à vista e de futuro.

Palavras-Chave: Eficiência de Mercado. *Hedge*. Setor Sucroalcooleiro.

ABSTRACT

This dissertation is structured in two essays about the market efficiency and the hedge operation in the sugar and alcohol sector in the state of Paraíba. The first essay analyzes the efficiency hypothesis of the Paraíba sugar and ethanol market through the cointegration test. The methodological proposal is an applied quantitative approach study. Historical series of sugar and ethanol were used in the Paraíba market, which were collected on the BM & FBOVESPA and the Center for Advanced Studies in Applied Economics (CEPEA). For this purpose, the Descriptive Statistics metrics were applied to describe the behavior of the historical series, the Dickey-Fuller Augmented Test to verify the stationarity of the series, and finally the Cointegration Test, to analyze the long-term series relation. The results indicated a behavior with several oscillatory movements with tendencies for low and high prices in the market for both series. Regarding the stationarity of the series, the variables in view and future of the market in Paraíba, non-stationary roots were presented. Finally, the series estimate that there is no cointegration at the significance level of 5% and 10%, stating that there is a rejection of the hypothesis. Thus, it was evidenced that for both variables there is no cointegration vector. Therefore, it can be concluded that the sugar and alcohol sector of the market in Paraíba is inefficient. The second essay analyzes the hedge operation in the commercialization of Hydrated Ethanol - ETH in the state of Paraíba. The methodological proposal consists of a case study with a quantitative approach. For this purpose, historical series of hydrous ethanol from the Paraíba market were used, future prices obtained through the BM & FBOVESPA Market and Futures Exchange, and, finally, spot prices at a sugar and alcohol plant in Paraíba state. The following econometric methods, base value, risk base and descriptive statistics were used to verify historical series behavior; the Dickey-Fuller Augmented Test to verify the ethanol stationarity and the Johansen and Juselius Cointegration Test to describe the long-term ethanol relationship, and finally, the hedge operation and the optimal ratio and hedge effectiveness. The results indicated that hydrous ethanol in the market studied presented a behavior with oscillatory movements with tendencies for low and high prices for both variables in sight and in the future. Regarding stationarity and cointegration, the λ trace and λ maximum tests of the hydrated ethanol variables were presented, indicating an acceptance of the null hypothesis for the spot price practiced by the studied company, thus implying for the existence of a vector cointegration. Finally, hedge operations were measured, signaling a risk of approximately 21% for the spot price of the Agroindustrial Plant and 9% for the BM & FBOVESPA future price, that is, there is no effective coverage of risk. In view of all the results obtained, it is possible to conclude that the need for hedge protection by investors interested in the hydrocarbon ethanol market in Paraíba is latent in order to minimize the risks of the spot price and future.

Keywords: Market Efficiency. Hedge. Sucroalcoolerio Sector.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	15
2 EFICIÊNCIA DE MERCADO: Uma análise da eficiência do mercado de açúcar e etanol da Paraíba.....	17
2.1 INTRODUÇÃO.....	17
2.2 REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.2.1 Eficiência de mercado: definições e tipologias.....	20
2.2.2 Evolução da Teoria da Eficiência de Mercado.....	22
2.2.3 Eficiência no Mercado Brasileiro sob a ótica da Cointegração.....	25
2.3 METODOLOGIA.....	29
2.3.1 Descrição dos Dados.....	30
2.3.2 Tratamento dos Dados.....	31
2.3.2.1 Estatística Descritiva.....	32
2.3.2.2 Teste de Raiz Unitária Aumentado – ADF.....	33
2.3.2.3 Teste Cointegração de Johansen e Juselius (1990).....	33
2.4 RESULTADO E DISCUSSÕES.....	34
2.4.1 Séries Temporais dos Preços do Açúcar Cristal da Paraíba.....	34
2.4.2 Séries Temporais dos Preços do Etanol Hidratado -ETH da Paraíba.....	40
2.5 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO.....	46
2.6 REFERÊNCIA DO CAPÍTULO.....	49
3 HEDGE: Uma análise da operação de hedge no etanol hidratado no estado da Paraíba.....	56
3.1 INTRODUÇÃO.....	56
3.2 REVISÃO DE LITERATURA.....	58

3.2.1 <i>Hedge</i> : definições e tipologias.....	59
3.2.2 Pioneiros nas pesquisas da teoria da <i>hedge</i> em derivativos.....	60
3.2.3 Operação de <i>hedge</i> em aplicado em <i>commodity</i> agrícola no Brasil.....	64
3.3 METODOLOGIA.....	71
3.3.1 Universo de estudo, caracterização da amostra e sujeito da pesquisa	71
3.3.2 Descrição dos Dados	73
3.3.3 Tratamento dos Dados.....	73
3.3.3.1 Comportamento das séries históricas do mercado paraibano.....	74
3.3.3.2 Teste de estacionariedade temporais.....	76
3.3.3.3 Razão ótima e Efetividade de <i>hedge do etanol hidratado</i>	78
3.4 RESULTADO E DISCURSSÕES.....	79
3.4.1 Comportamento das séries históricas do mercado paraibano.....	79
3.4.2 Teste de estacionariedade das séries de preços do etanol hidratado.....	84
3.4.3 Análise da operação de <i>hedge</i> do etanol hidratado do Estado da Paraíba..	86
3.5 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO	88
3.6 REFERÊNCIA DO CAPÍTULO	91
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	96

LISTA DE QUADRO

<i>QUADRO 2.2.1 – Conceito de Eficiência de Mercado</i>	<i>21</i>
<i>QUADRO 2.2.2 – Tipo de Eficiência de Mercado.....</i>	<i>25</i>
<i>QUADRO 2.3.2 – Metodologia conforme o objetivo da pesquisa</i>	<i>31</i>
<i>QUADRO 3.2.1 – Conceito de hedge.....</i>	<i>60</i>
<i>QUADRO 3.2.3.1 – Operações de hedge</i>	<i>66</i>
<i>QUADRO 3.3.3.2 – Metodologia conforme o objetivo da pesquisa</i>	<i>74</i>
<i>QUADRO 3.3.3.3 – Teste estatístico para análise de séries temporais</i>	<i>77</i>

LISTA DE TABELA

<i>TABELA 2.3.1 – Base de Dados do Açúcar Cristal e Etanol Hidratado</i>	<i>30</i>
<i>TABELA 2.4.1.2 – Estatística descritiva dos preços à vista e futuro do açúcar cristal do mercado paraibano.....</i>	<i>36</i>
<i>TABELA 2.4.1.3 – Teste de estacionariedade de Dickey-Fuller Aumentado-ADF do açúcar cristal da Paraíba.....</i>	<i>38</i>
<i>TABELA 2.4.1.4 – Teste de cointegração açúcar cristal da Paraíba.....</i>	<i>39</i>
<i>TABELA 2.4.2.5 – Estatística descritiva dos preços à vista e futuro do etanol hidratado do mercado paraibano.....</i>	<i>42</i>
<i>TABELA 2.4.2.6 – Teste de estacionariedade de Dickey-Fuller Aumentado-ADF do etanol hidratado da Paraíba</i>	<i>44</i>
<i>TABELA 2.4.2.7 – Teste de cointegração do etanol hidratado da Paraíba</i>	<i>45</i>
<i>TABELA 3.3.2.1 – Base de Dados do Etanol Hidratado – ETH da Paraíba</i>	<i>72</i>
<i>TABELA 3.4.1.2 – Estatística descritiva dos preços à vista e futuro do etanol hidratado do mercado paraibano.....</i>	<i>81</i>
<i>TABELA 3.4.2.3 – Teste de estacionariedade de Dickey-Fuller Aumentado-ADF do etanol hidratado da Paraíba</i>	<i>84</i>
<i>TABELA 3.4.2.4 – Teste de cointegração do etanol hidratado da Paraíba</i>	<i>85</i>
<i>TABELA 3.4.3.5 – Razão ótima de hedge pelo modelo de Myers & Thompson</i>	<i>86</i>

LISTA DE FIGURA

<i>FIGURA 2.4.1.1 – Séries temporais diárias do preço à vista do açúcar cristal da Paraíba</i>	<i>30</i>
<i>FIGURA 2.4.1.2 – Histograma do preço à vista e futuro do açúcar cristal da Paraíba</i>	<i>37</i>
<i>FIGURA 2.4.2.3 – Séries temporais diárias do preço à vista e futuro do etanol hidratado da Paraíba.....</i>	<i>41</i>
<i>FIGURA 2.4.2.4 – Histograma do preço à vista e futuro do açúcar cristal da Paraíba</i>	<i>43</i>
<i>FIGURA 3.2.3.1 – Variação da base com o tempo</i>	<i>69</i>
<i>FIGURA 3.3.1.2 – Universo da coleta de dados.....</i>	<i>72</i>
<i>FIGURA 3.4.1.3 – Valor base do etanol hidratado do estado da Paraíba</i>	<i>79</i>
<i>FIGURA 3.4.1.4 – Estatística do etanol hidratado do Estado da Paraíba entre o período de outubro de 2013 a setembro de 2018.....</i>	<i>81</i>
<i>FIGURA 3.4.1.5 – Histograma do preço à vista e futuro do etanol da Paraíba</i>	<i>83</i>

LISTA DE EQUAÇÃO

<i>EQUAÇÃO 2.3.1 – Teste de normalidade de Jarque-Bera</i>	32
<i>EQUAÇÃO 2.3.2 – Teste de Dickey-Fuller Aumentado-ADF</i>	33
<i>EQUAÇÃO 2.3.3 – Teste de cointegração</i>	33
<i>EQUAÇÃO 2.3.4 – Teste de Traço</i>	34
<i>EQUAÇÃO 2.3.5 – Teste de máximo autovalor</i>	34
<i>EQUAÇÃO 3.2.1 – Razão de ótima de hedge</i>	68
<i>EQUAÇÃO 3.2.2 – Efetividade do hedge</i>	69
<i>EQUAÇÃO 3.2.3 – Myers e Thompson (1989)</i>	69
<i>EQUAÇÃO 3.3.4 – Valor base</i>	74
<i>EQUAÇÃO 3.3.5 – Base média geral</i>	74
<i>EQUAÇÃO 3.3.6 – Risco de base teste da eficiência de mercado</i>	74
<i>EQUAÇÃO 3.3.7 – Teste de normalidade de Jarque-Bera</i>	75
<i>EQUAÇÃO 3.3.8 – Modelo de Vetorial Autor Regressivo – VAR</i>	75
<i>EQUAÇÃO 3.3.9 – Teste ADF de Dickey-Fuller (1981)</i>	75
<i>EQUAÇÃO 3.3.10 – Teste de cointegração</i>	76
<i>EQUAÇÃO 3.3.11 – Teste de Traço</i>	77
<i>EQUAÇÃO 3.3.12 – Teste de máximo autovalor</i>	77
<i>EQUAÇÃO 3.3.13 – Razão ótima e efetividade de hedge</i>	77

1 INTRODUÇÃO GERAL

A presente dissertação está estruturada em dois ensaios sobre gestão de riscos de mercado. Embora cada ensaio tenha seus próprios objetivos, ambos propõem uma análise da gestão de risco no agronegócio aplicado em situações específicas no mercado paraibano, em especial no setor sucroalcooleiro.

Esta dissertação é orientada ao setor sucroalcooleiro paraibano, onde contribuí diretamente para o desenvolvimento da economia nacional, especialmente, do Nordeste. Na Paraíba, este setor é compreendido por 1.800 pequenos, médios e grandes produtores da cana-de-açúcar, onde são responsáveis pelo fornecimento de 30% da cana-de-açúcar que são moídas pelas usinas no Estado (CONAB, 2018). No que tange a comercialização no estado, este setor atua com a importação e exportação de açúcar e etanol, no qual é exposto a fator de risco de mercado de *commodity*. Embora o setor sucroalcooleiro está sujeito ao risco de mercado, é possível analisar os fatores de risco mediante a mecanismo de proteção para eliminar perdas nas transações de compra ou venda no mercado de derivativos.

Considerando os riscos existentes na comercialização de *commodity* de açúcar e etanol no estado da Paraíba, a presente dissertação abordou no primeiro ensaio a eficiência de mercado e no segundo ensaio a operação de *hedge*. Embora existam estudos com foco nas temáticas abordadas nos ensaios aqui discutidos, o diferencial desta pesquisa é analisar o setor sucroalcooleiro paraibano, proporcionando um espaço de contribuições para literatura e práticas importantes da gestão de risco. Isto ocorrerá mediante da análise do preço de comercialização do preço praticado pelo estado no mercado futuro, verificando a eficiência de mercado do preço à vista e futuro e a operação de *hedge* como fator de proteção ao produtor.

Nesse sentido, o estudo propõe identificar a eficiência de mercado e o *hedge* no setor sucroalcooleiro, como mecanismo de proteção ao produtor agroindustrial das oscilações do preço da *commodity* entre os períodos de safra

e entressafra negociado no mercado futuro. Logo, administrar o risco neste setor sucroalcooleiro não constitui uma tarefa fácil, entretanto, é possível gerenciar o risco associado ao preço de comercialização de produtos agrícolas de forma eficiente, por meio de ferramentas financeiras gerenciais pertinentes (HARZER *et al.*, 2012).

Portanto, destaca-se a relevância de um estudo aprofundado sobre a eficiência de mercado e a operação de *hedge* no setor sucroalcooleiro, no qual englobem a comercialização formal, mediante a contratos padronizados, decorrente de negociações nos mercados à vista e futuro, onde são estabelecidas compras e vendas com data já pré-determinada (SILVA; OLIVEIRA NETO; MACHADO, 2016), a fim de compreender como a utilização da eficiência de mercado e *hedge* minimiza o risco de oscilação de preço no mercado paraibano.

Sendo assim, ferramentas financeiras que mitigam o risco no mercado de commodity agrícola, foi levado em conta no desenvolvimento deste trabalho, acrescentando-se métodos econométricos específicos de acordo com o objetivo de cada ensaio. O ensaio 1 – analisar a eficiência do mercado do açúcar e etanol da Paraíba, mediante o teste de cointegração. E o ensaio 2 - analisar a operação de *hedge* na comercialização do Etanol Hidratado – ETH do estado da Paraíba, mediante o modelo de Myers e Thompson.

2 EFICIÊNCIA DE MERCADO: Uma análise da eficiência do mercado de açúcar e etanol da Paraíba.

2.1 INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar detém uma importância histórica na econômica mundial e em especial no Brasil. Esta cultura e sua comercialização ocorrem em mais de 70 países, dentre os quais, Brasil, Índia e China destacam-se por serem os maiores produtores do planeta (CONAB, 2018).

Atualmente a atividade sucroalcooleira brasileira é destaque entre as atividades econômicas nacionais, tendo em atividade mais de 400 usinas de processamento de cana-de-açúcar, envolvendo assim aproximadamente 70 mil produtores da matéria-prima (FONTANETTI; BUENO, 2017).

O Brasil possui destaque mundial na produção da cana-de-açúcar e seus derivados, alcançando a produção aproximada de 633 milhões de toneladas da safra 2017/2018 (CONAB, 2018). A quase totalidade desta produção agrícola destinou-se a produção do açúcar (34,25 toneladas) e do etanol (30,41 bilhões de litro), tanto para consumo interno como para a exportação (CONAB, 2018).

Neste âmbito, vale ressaltar ainda que a Região Sudeste é maior produtora nacional, sendo responsável na safra 2017/2018, por 72,9% do açúcar produzido no país, seguido da Região Centro-Oeste (11,9%), Sul (7,8%) e Nordeste (7,3%) e Norte (0,2%) (CONAB, 2018). No que tange a produção do etanol na safra 2017/2018, a região Centro-Sul foi responsável pela produção de 10.419 mil m³ etanol anidro e 15.669 mil m³ etanol hidratado, seguido a Região Norte-Nordeste que produziu 947 mil m³ e 823 mil m³ respectivamente (UNICA, 2018).

Na Região do Nordeste, a produtividade canavieira paraibana, se destacar por ser o terceiro maior exportador de açúcar e etanol (PAIXÃO; FONSÊCA, 2012), isto decorre devido à alta participação no mercado mundial da *commodity* do açúcar, mas também pela importante participação no crédito de carbono mundial, ou seja, a oferta do etanol combustível diminui em cerca de 73% a

emissão CO₂ em relação à gasolina (SOARES *et al.*, 2009), ou seja, é uma ótima opção de substituição ao combustível de derivados de petróleo (FIGUEIREDO, 2010; GOES; MARRA; SILVA, 2008).

Entretanto, este setor detém de uma atividade complexa e vulnerável a diversos fatores de riscos no mercado (HARZER, *et al.*, 2012). Tais riscos são decorrentes as flutuações e das tendências nos preços das *commodities* internacionais (HULL, 2016). Dessa maneira, os riscos podem ser ocasionados pela incerteza do mercado, decorrentes da formação de preços ou de acontecimentos inerentes à própria atividade, a exemplo de: secas, excesso de chuvas, mudanças no cenário externo, entre outros intempéries (FRAGA; SILVA NETO, 2011).

Contudo, existe a opção da realização de negócios no mercado futuro, que é um mecanismo no qual os agentes eliminam os riscos de preços nas negociações, desde que o mercado seja eficiente (ALVES; DUARTE; LIMA, 2008). A eficiência de mercado, é compreendida como aquela que os preços dos ativos negociados no mercado sempre refletem todas as informações disponíveis sobre os mesmos (HARZER, *et al.*, 2012; MELO; LIMA; MORAES, 2009; FAMA, 1970).

Nesse contexto, a eficiência de mercado atua como um mecanismo no mercado futuro e à vista, para analisar a oscilação do preço da commodity em nível de eficiência, com o objetivo de verificar a possibilidade que os investidores encontram de explorar as suas ineficiências e sua capacidade de avaliar a informação disponível no mercado (DOMIGUES, 2014).

Com base nessas informações e nos estudos referentes à eficiência de mercado do setor sucroalcooleiro (RODRIGUES; MARTINES FILHO, 2015; HARZER, *et al.*, 2012; FRAGA; SILVA NETO, 2011), notou-se que a literatura tem sido pouco explorada no que diz respeito à análise de cointegração do preço do açúcar e etanol na Paraíba. Dessa forma, o presente estudo foi estimulado por meio do seguinte questionamento: o setor Sucroalcooleiro do mercado paraibano é eficiente?

Portanto, esta pesquisa tem por objetivo analisar a eficiência do mercado do açúcar e etanol da Paraíba, mediante o teste de cointegração. Também vislumbra contribuir no fortalecimento da literatura quanto à pesquisa referente a Eficiência de Mercado aplicado a *commodity* agrícola brasileira, e, sobretudo consolidar as técnicas de cointegração desenvolvidas por Johansen e Juselius (1990), aplicada no mercado paraibano.

Neste contexto, para alcançar o objetivo proposto, fez necessário administrar esta pesquisa da seguinte forma: aplicar a estatística descritiva, para descrever o comportamento do açúcar e etanol do mercado do estado Paraíba; realizar o teste raiz unitária aumentada - ADF de *Dickey e Fuller* (1981), para verificar a estacionariedade das variáveis dos preços à vista e futuro, e por fim aplicar o teste de cointegração de Johansen e Juselius (1990), para analisar se há relacionamento de longo prazo entre as variáveis estudadas.

Assim sendo, o presente estudo está estruturado em cinco seções, além desta introdução. A segunda seção disserta a revisão de literatura, no qual traz abordagens referentes à eficiência de mercado: conceito, estudos empíricos da teoria da eficiência de mercado e a cointegração aplicado a eficiência no mercado brasileiro. A terceira seção discorre acerca dos procedimentos metodológicos e do modelo utilizado nesta pesquisa. Na quarta seção elaboram-se os resultados e discussões obtidos, e por fim, tem-se a quinta seção com as considerações finais.

2.2 REVISÃO DE LITERATURA

O setor sucroalcooleiro desempenha um papel importante na economia global, e em especial no que tange a comercialização de *commodity*. Diante desta relevância, há diversos estudos que abordam a eficiência de mercado em *commodity* brasileira. Nesse sentido, serão expostos a seguir, conceitos de eficiência de mercado, estudos empíricos sobre a Eficiência de Mercado, dando ênfase ao estudo de Fama (1970). Na sequência, foram apresentados estudos que abordam a Eficiência do Mercado Brasileiro sob a ótica da cointegração.

2.2.1 Eficiência de mercado: conceito

A eficiência de mercado é um tema relevante na finança e vem sendo discutidos em diversos estudos sobre a teoria de caminhos aleatórios, onde tem como objetivo analisarem se o mercado é eficiente. Todavia, para compreendê-la é necessário apresentar sua base conceitual.

O precursor dos estudos sobre o comportamento dos preços de títulos no que tange ao mercado financeiro, foi abordada por Bachelier (1900), em sua tese *Théorie de la spéculation*, quando formulou um teste para analisar o comportamento dos preços de commodities (BACHELIER, 1900).

Isto é, através da pesquisa de Bachelier (1900), a teoria de mercados eficientes foi sistematizada por Roberts (1967) e posteriormente aperfeiçoada por Fama (1970) no qual afirma que todas as informações relevantes do mercado são incorporadas de forma imediata e correta aos preços dos ativos financeiros, tornando assim a melhor forma de estimativa de um título (ROBERTS, 1967; FAMA 1970).

O conceito de eficiência de mercado no âmbito no mercado de *commodity* agrícolas vem sendo objeto de estudo de pesquisadores acadêmicos (ARÁUJO *et al.*, 2018; RODRIGUES; MARTINES FILHO, 2015; TONIN; PARRÉ; TONIN, 2014; HARZES *et al.*, 2012; SILVA; TAKEUCHI, 2010; SILVA NETO; FRAGA; MARQUES, 2010; ALVES; DUARTE; LIMA, 2008; BITENCOURT, 2007; MELO; LIMA; MORAES, 2006; AMADO; CARMONA, 2004).

Tais pesquisa tiveram o objetivo de compreender o comportamento do preço por parte dos agentes atuantes em determinados mercados, para, então, auxiliar os tomadores de decisões em um cenário de incerteza (FRAGA; SILVA NETO, 2011).

O quadro 2.2.1 a seguir apresenta uma ordem cronológica de alguns conceitos de eficiência de mercado e seus respectivos autores.

QUADRO 2.2.1 – Conceito da eficiência de mercado

Autor	Definição
Robert (1959)	O mercado eficiente é quando as informações relevantes são incorporadas, de forma imediata e correta, aos preços dos títulos, e que a melhor estimativa para o preço de um título é seu preço atual.
Fama (1970)	Mercado eficiente é quando os preços refletem plenamente toda a informação disponível.
Jensen (1978)	Um mercado é tido como eficiente quando, de posse de um conjunto de informações, não se podem lucros econômicos.
Brealey e Myers (1995)	O mercado é eficiente quando qualquer transação de compra e venda de títulos ao preço vigente de mercado não apresenta um valor atual líquido positivo.
Demodaram (1996)	O mercado eficiente é tido como sendo aquele em que o preço de mercado é uma estimativa não-tendenciosa do valor real do investimento.
Ross <i>et al.</i> (2009)	Mercado eficiente são quando os preços dos ativos correntes de mercado refletem as informações disponíveis.

Fonte: Os autores, 2019.

Conforme o quadro 2.2.1 acima, demonstra alguns conceitos da eficiência de mercado. Estes conceitos, estão relacionadas ao cenário de mercado de *commodity*, tendo em vista que o mercado eficiente é uma estratégia de mercado onde haja um grande número de agentes racionais maximizadores de lucros competindo ativamente e tentando prever o valor futuro de mercado dos ativos individuais, onde informações importantes estejam disponíveis para todos os participantes a um custo próximo de zero de negociação (ROSS *et al.*, 2009; DEMODARAM, 1996; BREALEY; MYERS, 1995; FAMA, 1970).

Nesse sentido, o conceito de eficiência de mercado deve ser compreendida como uma competição entre muitos participantes inteligentes que conduz a uma situação onde, em qualquer momento no tempo, os preços reais dos ativos individuais já refletem os efeitos de informações, tanto com base em eventos que já tenham ocorrido no passado ou eventos que o mercado espera que ocorram no futuro (FAMA, 1970).

2.2.2 Estudos Empíricos da Teoria da Eficiência de Mercado

Eficiência de mercado foi abordada por Bachelier (1900) em sua pesquisa sobre as influências que determinam as flutuações nos preços das ações. Bachelier apresentou em seu estudo o Movimento Browniano e análise de processo estocástico, de forma que discutiu que os “eventos passados, presentes e até futuros são refletidos no preço de mercado, porém muitas vezes não demonstram aparentemente relação com variações dos preços” (BACHELIER, 1900, p1).

O autor defendia a ideia de que os preços dos ativos variam aleatoriamente no mercado. Isto influenciou o desenvolvimento de cálculo estocástico e técnica matemática aplicada no mercado financeiro, conseqüentemente foi responsável pela concepção de eficiência informacional (DAVIS; ETHERIDGE, 2006; BACHELIER, 1900).

Posteriormente, Cowles (1933), analisou previsões em agências financeiras, no qual investigavam os ativos com maior potencial de rentabilidade, com a finalidade de prever o comportamento dos mercados de ações. Cowles concluiu que as agências financeiras analisadas em sua pesquisa, foram incapazes de realizar previsões eficazes do mercado de ações em relação ao valor futuro dos ativos (COWLES, 1933).

Working (1934) analisou o comportamento aleatório do preço de *commodity*. Working apontou em seu estudo a impossibilidade de prever o comportamento futuro dos preços no mercado (WORKING, 1934).

Os estudos de Cowles (1933) e Working (1934) confirmaram a impossibilidade de prever o comportamento futuro do preço no mercado. Os autores afirmaram em suas pesquisas, que as variações do preço dos ativos obtinham passeio aleatório, neste sentido as variações não poderiam ser antecipadas no mercado (WORKING, 1934; COWLES, 1933).

Kendall (1953) pesquisou o comportamento dos preços *commodities*. Para tanto, Kendall analisou 22 ações do Reino Unido, com ênfase nas variáveis

do preço de *commodity*. O autor concluiu que as variáveis dos preços das ações obtinham passeios aleatórios, no qual se distribuíam de maneira independente umas das outras (KENDALL, 1953). Assim Kendall afirmou em seu trabalho que não há padrões previsíveis dos preços de *commodities*, ou seja, os preços evoluem aleatoriamente (KENDALL, 1953).

Em virtude disso, as pesquisas sobre o comportamento dos preços de *commodities* evoluíram. Tendo consciência da complexidade do comportamento do preço, os autores Osborne (1959) e Robert (1959) realizaram estudos com mais profundidade que explicassem a aleatoriedade dos preços das *commodities* (BITENCOURT, 2007).

Ainda no que concerne à pesquisa sobre o comportamento de preço de *commodity*, o estudo de Samuelson (1965), foi pioneiro ao abordar em sua pesquisa explicações sob a ótica econômica referente aos fenômenos observados no mercado (SAMUELSON, 1965).

Pois Samuelson (1965) defendeu que o comportamento de caminho aleatório dos preços futuros resultavam no perfeito funcionamento dos mercados futuros, sendo definido um mercado futuro perfeito aquele em que o preço de mercado constitui em todos os períodos, a melhor estimativa a ser feita, a partir das informações disponíveis corrente do preço que será na data de vencimento dos contratos futuros (RODRIGUES; MARTINES FILHO, 2015; WORKING, 1962).

Consequentemente, Mandelbroit (1966) pesquisou a interferência sob o ponto de vista econômico em relação ao comportamento do mercado. É importante enfatizar que Mandelbroit durante seu estudo propôs uma modelagem para *commodity* agrícola e ações de indústria, logo concluiu que nos mercados especulativos a distribuição dos retornos era *leptocúrticas* e identificou conglomerados de volatilidade (MANDELBROIT, 1966).

Os estudos Samuelson (1965) e Mandelbroit (1966) realizaram análises com ênfase no modelo de expectativas de retorno sob a ótica de eficiente de

mercado e a teoria *random walk* (RODRIGUES; MARTINES FILHO, 2015; SAMUELSON, 1965; MANDELBROIT, 1966).

Conforme as abordagens anteriores, a concepção de eficiência do mercado, estão relacionadas à forma que as informações são disseminadas entre os participantes do mercado (BITENCOURT, 2007).

A eficiência de mercado originou-se na teoria econômica, tendo em vista que busca entender os fatores que influenciam as decisões que possibilitam aperfeiçoar o mercado, ou seja, torná-lo em equilíbrio e por consequência eficiente (ARÁUJO *et al.*, 2018).

Diante deste contexto, a base conceitual da Eficiência de Mercado foi publicada por Fama (1970), o qual definiu a eficiência de mercado, como um mercado no qual os preços sempre refletem completamente as informações (FAMA 1970).

Fama (1970) aponta três condições para que a eficiência de mercado seja examinada: inexistência de custos de transação nas negociações dos títulos; todas as informações são disponibilizadas sem custos para os participantes do mercado; e concordância geral nas expectativas dos investidores, quanto aos efeitos das informações sobre os preços atuais e futuros dos títulos (HARZER *et al.*, 2012; FAMA, 1970). Tais condições são consideradas suficientes para analisar a eficiência de um mercado de capitais (FAMA, 1970).

A eficiência de mercado é constituída por duas categorias a eficiência informacional e a racionalidade de mercado. A eficiência informacional é compreendida pela rapidez com que a informação é incorporada ao preço de mercado de um ativo, já a racionalidade de mercado aborda a capacidade dos preços refletirem com precisão as expectativas dos investimentos quanto ao valor presente dos fluxos de caixa futuros (ELTON; GRUBER, 1995). Entretanto, a eficiência de mercado atua conforme a rapidez que a informação é incorporada no mercado, porém não com a sua possível incorporação aos preços dos ativos.

Fama (1970) destaca três formas de eficiência de mercado: fraca, semiforte e forte, como aponta o quadro 2.2.2.

QUADRO 2.2.2 – Tipo de Eficiência de Mercado

Forma de Eficiência	Descrição
Fraca	É o conjunto de informações dos preços ou retornos históricos.
Semiforte	Incluem-se à anterior, como também outras informações publicamente disponíveis.
Forte	Consiste em todas as informações públicas e, também, quaisquer informações privadas relevantes à formação dos preços que investidores ou grupos detêm.

Fonte: Elaborado a partir de RODRIGUES e MARTINES FILHO, (2015, p. 351).

Estas definições das formas de eficiência de mercado atuam como um conjunto de informações que está disponível para o investidor sendo intercorrentes, onde a rejeição da forma fraca implica a rejeição das demais; e a rejeição da eficiência semiforte implica na rejeição da forma forte (RODRIGUES; MARTINES FILHO, 2015; FAMA, 1970).

Diante do exposto, muitos estudos têm discutido a teoria de mercado eficiente e passeio aleatório com base no estudo de Fama (1970), dando ênfase para a análise dos contratos futuros em mercado de *commodities* (RODRIGUES; MARTINES FILHO, 2015). De tal modo, a revisão de literatura a seguir, aborda a eficiência de mercado futuro sob a ótica de cointegração no mercado brasileiro futuro de *commodities* agrícolas.

2.2.3 Eficiência no Mercado Brasileiro sob a ótica da Cointegração.

Aplicar teste de cointegração permite identificar se as duas variáveis ou mais integradas de mesma ordem estão sincronizadas (HARZER *et al.*, 2012). Esta técnica de cointegração é utilizada na área de finanças para apontar estratégia de compra e venda de ativos.

Muitos pesquisadores acadêmicos têm discutido sobre cointegração aplicado a eficiência do mercado futuro de *commodity* agrícolas brasileiros negociados na BM&FBOVESPA (ARÁUJO *et al.*, 2018; RODRIGUES; MARTINES FILHO, 2015; TONIN; PARRÉ; TONIN, 2014; HARZES *et al.*, 2012; SILVA; TAKEUCHI, 2010; SILVA NETO; FRAGA; MARQUES, 2010; ALVES; DUARTE; LIMA, 2008; BITENCOURT, 2007; MELO; LIMA; MORAES, 2006; AMADO; CARMONA, 2004).

O intuito tem sido compreender o comportamento do preço no mercado futuro de *commodities* agrícolas por parte dos agentes atuantes, com a finalidade, de auxiliá-los a tomarem decisões num cenário de volatilidade e inerente a risco (FRAGA; SILVA NETO, 2011).

Com base na eficiência de mercado de *commodity*, pode-se mencionar o estudo de Amado e Carmona (2004), sobre a análise da eficiência dos mercados futuros agrícolas brasileiros, no qual verificaram através da metodologia do jogo justo, se o mercado brasileiro futuro de *commodities* agrícolas (mais especificamente o de café e açúcar), onde foi concluído que um estimador não-viesado para o preço à vista esperado para o futuro e, denominado como uma eficiência na forma fraca.

Os autores justificaram que devido ao aumento do prazo dos contratos os testes de cointegração perdem em significância estatística, ou seja, pode significar que o prazo realmente seja um fator de risco importante no mercado. Nesse sentido, o aumento do prazo também produz um aumento no viés entre os preços à vista e futuro (AMADO; CARMONA, 2004).

Ainda no que concerne a pesquisa sobre o mercado eficiente de *commodity*, os autores Melo, Moraes e Lima (2006) testaram a eficiência do mercado futuro brasileiro do boi gordo na presença de um prêmio ao risco. Os resultados mostram que o mercado futuro do boi gordo é eficiente e não estimado ao longo prazo, independente da presença de prêmio ao risco. Deste modo, este mercado futuro da BM&FBOVESPA é um mercado eficiente e que

no longo prazo os preços futuros são estimadores não viesados dos preços à vista (MELO; LIMA; MORAES, 2006).

Nesta mesma linha de pesquisa, estudo de Bitencourt (2007) consistiu em testa a eficiência do mercado do contrato futuro do café negociado na BM&FBOVESPA, de acordo com o conceito de eficiência fraca. Os resultados foram diferentes entre alguns dos testes empregados, mas conclui que os retornos apresentam características contraria a forma de eficiência fraca. Portanto, o mercado futuro caracteriza-se como um preditor imparcial do mercado físico desta *commodity* disponíveis (BITENCOURT, 2007).

Alves, Duarte e Lima (2008), por sua vez, tinham o objetivo de testar a eficiência do mercado futuro do etanol anidro através da análise de cointegração utilizando o teste de Johansen. Os resultados obtidos mostraram que as séries de preços presente e futuro do etanol anidro são não-estacionárias e integradas de primeira ordem. O teste de Johansen confirma a existência de um vetor de cointegração. Porém o modelo analisado não confirmou a análise nula de eficiência do mercado, ou seja, o estudo afirmou que o mercado de etanol no Brasil pode não ser considerado eficiente no período estudado. (ALVES; DUARTE; LIMA, 2008).

Silva e Takeuchi (2010) verificaram a eficiência relativa dos mercados futuro e à vista do açúcar no período de 05/1997 a 12/2007, mediante o teste de cointegração. Apontaram que, as evidências empíricas encontradas suportam a adequação da metodologia de cointegração para análise de eficiência relativa nos mercados de açúcar, em contraposição à arbitragem. Ademais, geram evidências fracas de ineficiência, resultados sujeitos à estacionariedade do custo de carregamento, exceto pelo componente taxa de juros (SILVA; TAKEUCHI, 2010).

Por outro lado, Silva Neto, Fraga e Marques (2011) verificaram a existência de uma relação de longo prazo entre mercado físico e o mercado futuro do brasil. Os resultados apontaram que não foi possível rejeitar a hipótese da existência de prêmio de risco. Nesse sentido, o mercado futuro pode auxiliar no processo

de descoberta de preços por parte dos agentes envolvidos (SILVA NETO; FRAGA; MARQUES, 2011).

Posteriormente, Harzes *et al.*, (2012) em sua pesquisa sobre eficiência de mercado futuros de *commodities* agrícolas, testaram a forma fraca de eficiência do mercado futuro brasileiro do café arábica, usando a técnica de cointegração a fim de verificar se os preços futuros correntes são estimadores não viesados dos preços à vista esperados para o futuro. Os resultados indicaram a não estacionariedade das séries de preços e a presença de cointegração (HARZER *et al.*, 2012).

Outra pesquisa com ênfase a eficiência de mercado, foi realizado pelos os autores Menegário *et al.*, (2014) que avaliaram a eficiência de mercado nos mercados futuros de café nacional e exterior, utilizando o arcabouço de cointegração de séries temporais dos preços à vista e futuro. Os resultados apontaram que a BM&FBOVESPA foi mais eficiente, da forma fraca, quando comparada à bolsa americana, a ICE. Dessa forma, concluíram que esses mercados são ineficientes (MENEGÁRIO *et al.*, 2014).

Tonin, Parré, Tonin (2014), tinham o mesmo objetivo em testar a relação de longo prazo dos preços do etanol anidro brasileiro e norte americano, buscando comprovar a Teoria de Eficiência de Mercado, utilizando os testes de Engle e Granger e Johansen, no período de 01/2007 a 06/2013. Foi constatado, que os mercados de etanol anidro brasileiro e norte americano são cointegrados, mas possuem mecanismos de transmissão de preços lentos, isto resulta em um tempo relativamente extenso para se atingir o equilíbrio de longo prazo. No que tange a eficiência dos contratos futuros de etanol anidro brasileiro. Assim, indicou-se que os mesmos não são efetivos, e não contribuem para a eficiência de mercado do etanol anidro (TONIN; PARRÉ; TONIN, 2014).

Ainda convém lembrar que Rodrigues e Martines Filho (2015) testaram a hipótese de passeio aleatório a contratos futuros agropecuários negociados na BM&FBOVESPA. Os resultados deram suporte à hipótese de passeio aleatório nos mercados futuros de café e da soja, eficientes na forma fraca, e evidências

contrárias foram encontradas nos mercados do boi gordo, milho e etanol. Assim, denotou-se que a rejeição da eficiência nesses mercados oferece evidência de que ainda são ineficientes (RODRIGUES; MARTINES FILHO, 2015).

Por fim, Araújo *et al.*, (2018) verificaram se o mercado futuro do café no Brasil é um estimador não viesado do preço à vista e, conseqüentemente, se existe uma eficiência financeira no mercado futuro de café no Brasil. Os resultados para o teste de estacionariedade indicaram com 1% de significância que ambos os preços possuem uma raiz unitária. O teste de *Engle e Granger* indicou que os preços do mercado físico e futuro caminham juntos. Logo, a regressão de cointegração apresentou uma taxa ótima de 0,89, próxima do valor unitário esperado, com eficiência de 96% (R^2) o que torna os investimentos no mercado futuro uma boa escolha para se maximizar a relação risco-retorno, enquanto que a curto prazo estes estimadores caíram abruptamente, indicando que a compra do café a vista é a melhor escolha (ARÁUJO *et al.*, 2018).

Com base nestas informações, a eficiência de mercado de *commodity*, sob a ótica do teste de cointegração no mercado futuro brasileiro atua como eficientes e que, no longo prazo, os preços futuros são preditores não viesados dos preços à vista (HARZER *et al.*, 2012; MELO; LIMA; MORAES, 2006). Nesse sentido, para o alcance do objetivo deste estudo, a pesquisa seguiu a seguinte metodologia.

2.3 METODOLOGIA

Esta pesquisa, tem como escopo analisar a eficiência do mercado de açúcar e etanol da Paraíba. Sendo assim, o estudo apresenta um enfoque exploratório e descritivo com uma abordagem quantitativa com aplicações econométricos. Desde modo, esta fase incluiu uma investigação com análise de precisão e controle estatístico, com a finalidade de fornecer dados para verificar o objeto em estudo.

2.3.1 Descrição dos Dados

No que diz respeito à base de dados, realizou-se tratativas no sentido de estimar modelos econométricos. Para tanto, foi essencial buscar os dados históricos dos preços à vista do açúcar cristal e o etanol hidratado do mercado interno paraibano junto a Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – CEPEA/ASALQ e os dados históricos dos preços dos contratos futuros foram extraídos da Bolsa de Mercadorias e Futuros – BM&FBOVESPA, conforme a tabela 2.3.1 a seguir.

TABELA 2.3.1 – Base de Dados do Açúcar Cristal e Etanol Hidratado

Ativos - Código	Período amostral		Número de observações
	Início	Final	
Açúcar Cristal - AC	02 de Janeiro de 2014	21 de Dezembro de 2016	736
Etanol Hidratado - ETH	30 de abril de 2013	27 de Setembro de 2018	66

Fonte: CEPEA (2018) e BM&FBOVESPA (2018).

De acordo com os dados informados na tabela 2.3.1, o período de investigação do comportamento dos preços diários do açúcar cristal foram de janeiro de 2014 a dezembro de 2016, com um total de 736 observações. Quanto o etanol hidratado, analisou-se as séries mensais do comportamento dos preços do período de abril de 2013 a setembro de 2018, totalizando 66 observações.

Os preços no mercado à vista pela CEPEA/ESALQ, são calculados diariamente através da média ponderada das cotações das principais regiões produtoras do País. Nessa perspectiva, o mercado de açúcar cristal é cotado em dólares dos Estados Unidos por saca de 50 kg, com duas casas decimais, livres de quaisquer encargos, tributários ou não; sua unidade de negociação é 250 sacas de 50 quilos líquidos com meses de vencimentos em fevereiro, abril, julho, setembro e novembro (CEPEA/ESALQ, 2018).

O etanol hidratado do mercado interno paraibano é cotado em reais por metro cúbico, com duas casas decimais com variação, o tratamento estatístico

é realizado mediante a média ponderada por volume, com divulgação mensal, durante todos os meses do ano (CEPEA/ESALQ, 2018).

Os preços vigentes no mercado futuro foram obtidos a BMF&BOVESPA. Estes são cotados em dólares dos Estados Unidos da América por saca, com duas casas decimais, onde tem como contrato 508 sacas de 50 kg líquidos em que o último dia de negociação é dia 15 tendo durante os meses de vencimentos em fevereiro, abril, julho, setembro e dezembro (BM&FBOVESPA, 2018).

Quanto o etanol hidratado é cotado em reais por metro cúbico, com duas casas decimais com variação mínima de apregoação de R\$0,50, e tamanho de contrato 30 m³ (equivalente a 30.000 litros) com vencimento todos meses do ano (BM&FBOVESPA, 2018).

A seguir foram apresentados, os métodos utilizados para tratar os dados coletados nesta pesquisa.

2.3.2 Tratamento dos Dados

As técnicas utilizadas neste estudo, para analisar a eficiência de mercado do açúcar e etanol do mercado paraibano foram conduzidos pelos seguintes métodos: estatística descritivas, teste raiz unitária aumentado - ADF de Dickey-Fuller (1981) e o teste de cointegração de Johansen e Juselius (1990), como mostra o quadro 2.3.2 a seguir:

QUADRO 2.3.2 – Metodologia conforme o objetivo da pesquisa

Objetivo Geral: Analisar a eficiência do mercado de açúcar e etanol da Paraíba, mediante o teste de cointegração.			
Objetivos específicos	1: Descrever o comportamento do preço do açúcar cristal e o etanol hidratado do mercado do estado da Paraíba.	2: Verificar a estacionaridade das variáveis dos preços à vista e futuro.	3: Realizar o teste de cointegração, para detectar se há relacionamento de longo prazo entre as séries.
Fonte de informação	- Mercado interno da Paraíba- CEPEA – ESALQ/USP; - Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F).		
Dados	-Açúcar Cristal – AC – 736 / diárias -Etanol Hidratado – ETH - 66/mensais		

Métodos	Estatística Descritiva.	Teste de Raiz Unitária Aumentado de Dickey–Fuller (1981).	Teste Cointegração de Johansen e Juselius (1990).
Tratamento e análise dos Dados	-Medida de Posição; -Medida de Dispersão; -Teste de <i>Jarque-Bera</i>	- Raiz unitária	-Teste do traço - Teste de máximo autovalor
Software	<i>Excel e E-Viens®.</i>		

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

2.3.2.1 Estatística Descritiva

Para a descrever o comportamento do preço do açúcar cristal e etanol hidratado do mercado do estado da Paraíba, utilizou-se a estatística descritiva e o histograma, para verificar a tendência central e a medidas de dispersão.

Os dados da pesquisa foram apresentados mediante a gráficos e tabelas, utilizado os *Softwares Excel e E-Viens®*. Esses forneceram um resumo da estatística descritiva das séries históricas analisadas, bem como optou-se pela apresentação de um histograma.

Foram estimados para descrever o comportamento das séries do açúcar cristal e etanol hidratado, a média, a moda e a mediana para analisar a tendência central. Quanto a medida de dispersão, foram estimadas o quantis, variância e o desvio padrão.

Para encontrar a distribuição normal das séries, foram verificados os valores mínimo e máximo, a assimetria, curtose e o teste de normalidade de *Jarque-Bera-JB*. Para tanto, utilizou-se a fórmula 3.1, conforme Moraes; Stona; Schuck (2016):

$$JB = \frac{N}{6} \left(S^2 + \frac{(k-3)}{4} \right)^3 \quad (3.1)$$

O teste Jarque-Bera-JB é aplicado sob a hipótese nula da existência de distribuição normal e, a hipótese alternativa seria que os dados não forem

distribuídos normalmente (MORAIS; STONA; SCHUCK, 2016). Este teste aponta se as variáveis em questão nesta pesquisa, são distribuídas normalmente ou não.

2.3.2.2 Teste de Raiz Unitária Aumentado – ADF

Para analisar a estacionaridade das variáveis do preço à vista e futuro, empregou-se o teste raiz unitária - ADF de Dickey e Fuller (1981), afim de estimar se são os preços são estacionários, como apresenta a equação 3.2.

$$\Delta y_t = \alpha y_{t-1} + x'_t \delta + \beta_1 \Delta y_{t-1} + \beta_2 \Delta y_{t-2} + \dots + \beta_p \Delta y_{t-p} + v_t \quad (3.2)$$

Na sequência foi aplicado o teste de cointegração de Johansen e Juselius (1990).

2.3.2.3 Teste Cointegração de Johansen e Juselius (1990)

Para estimar a cointegração entre as séries históricas, utilizou-se o método de Johansen e Juselius (1990) para estimar o teste do traço (λ_{trace}) e do máximo autovalor (λ_{Max}), para verificar a existência de alguma combinação linear entre as variáveis (JOHANSEN; JUSELIUS, 1990).

O teste do traço, analisa a presença de vetores de cointegração, onde a hipótese nula aponta que existem pelo menos r vetor (JOHANSEN; JUSELIUS, 1990), no qual é representada matematicamente na equação (3.3) da seguinte forma, onde o r autovalores (λ) seja diferente de zero, e a restrição pode ser imposta para diferentes valores de r .

$$H_0: \lambda_i = 0 \quad i = r - 1, \dots, n \quad (3.3)$$

A estatística de traço é representada na fórmula (3.4) seguinte, no qual consiste na comparação do valor do logaritmo da função de verossimilhança do modelo com restrição relativamente ao logaritmo da função verossimilhança do modelo sem restrição (JOHANSEN; JUSELIUS, 1990). Onde Q é a função de verossimilhança restrita maximizada ÷ função de verossimilhança sem restrição maximizada (JOHANSEN; JUSELIUS, 1990).

$$\lambda_{trace} = -2\log Q = -T \sum_{i=r+1}^n \log(1 - \lambda_i) \quad (3.4)$$

O teste de máximo autovalor (λ_{Max}), da equação (3.5), testa a hipótese nula de r relações de cointegração contra a alternativa de $r + 1$ relações de cointegração (JOHANSEN; JUSELIUS, 1990).

$$LR_{max}(r|r + 1) = -T \log(1 - c\lambda_{r-1} - b) (r|k) - LR_{tr}(r + 1|k) \quad (3.5)$$

Realizou-se os testes econométricos mediante o *software E-Viens®*. Na sequência discorre sobre os resultados e discussões encontrados.

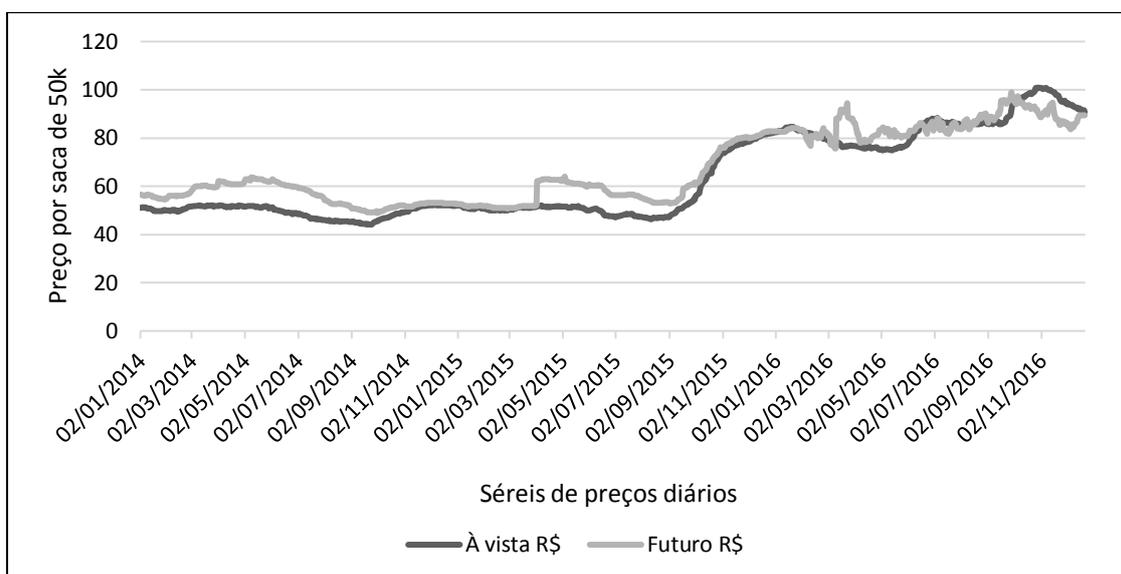
2.4 RESULTADO E DISCUSSÕES

Neste tópico foram abordadas as aplicações da metodologia proposta para analisar a eficiência do mercado de açúcar e etanol hidratado da Paraíba, sendo inicialmente obtidas pelo *Excel* os gráficos dos preços à vista e futuro para compreender o seu comportamento temporal, e na sequência, por meio do *software E-Viens®*, onde se estimou a estatística descritiva, o teste raiz unitária de Dickey-Fuller aumentado e a análise de cointegração Johansen e Juselius (1990).

2.4.1 Séries Temporais dos Preços do Açúcar Cristal da Paraíba

Os resultados e a apresentação dos dados desta pesquisa, inicia-se com a exibição do comportamento das séries temporais dos preços à vista e futuro do açúcar cristal do mercado da Paraíba.

FIGURA 2.4.1.1 – Séries temporais diárias do preço à vista e futuro do açúcar cristal da Paraíba



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da CEPEA (2018) e BM&FBOVESPA (2018).

A figura 2.4.1.1, mostra as séries temporais diárias entre período de 2014 a 2016 dos preços à vista e futuro do açúcar cristal, caracterizada pela constante oscilação.

É possível observar na ilustração do período de 2014/2015, momentos de venda do açúcar cristal no mercado futuro com valores superior ao preço à vista. Além disso, pode verificar que no período de outubro a dezembro de 2016, o preço à vista superou a cotação do preço futuro.

Ainda no que concerne o comportamento das séries temporais do preço do açúcar cristal, houve um crescimento 50% do valor na safra 2015/2016 de em relação à safra anterior.

Este aumento do valor do açúcar cristal no mercado paraibano, se deu devido a abertura de novos mercados do açúcar na União Europeia, bem como, a estagnação na demanda do etanol. Esta nova realidade estabeleceu um direcionamento da moagem da cana-de-açúcar no setor fosse destinada a fabricação do açúcar, que se encontrava aquecido naquele momento (CONAB, 2016).

Na tabela 2.4.1.2, apresenta a estatística descritiva das séries temporais do açúcar cristal. Nesta, foi possível verificar o comportamento das medidas de tendência central e da volatilidade, assim como a distribuição dos dados dos preços à vista e futuro entre 2014 a 2016.

Note que a média dos preços à vista e futuro é diferente de zero para durante o período analisado, indicando que os preços estão dispersos e variando entre R\$44,11 o valor mínimo e R\$100,92 o valor máximo do preço à vista, enquanto o preço futuro foi R\$48,85 o valor mínimo e R\$98,97 o valor máximo, o que definiu como o valores do desvio-padrão R\$17,49 e R\$14,69 reais, respectivamente.

TABELA 2.4.1.2 – Estatística descritiva dos preços à vista e futuro do açúcar cristal do mercado paraibano

	À vista	Futuro
Média	63,33380	67,42188
Mediana	51,77000	61,11000
Máximo	100,9200	98,97000
Mínima	44,11000	48,85000
Desvio Padrão	17,49454	14,69521
Assimetria	0,624437	0,425908
Curtose	1,785034	1,591624
Jarque-Bera	93,09878 (0,000000)	83,07944 (0,000000)
Observações	736	736

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da CEPEA (2018) e BM&FBOVESPA (2018).

No teste de normalidade de *Jarque-Bera -JB*, as séries dos preços à vista e futuro indicaram que se deve rejeita a hipótese nula de normalidade, pois a estatística de *JB* apresentou R\$93,09 para o preço à vista e R\$83,07 para o preço futuro, com os respectivos *p-valores* 0,000000.

A tabela 2.4.1.2, apresenta a assimetria do preço à vista igual a R\$0,62 indicando uma distribuição assimétrica a direita, enquanto o preço futuro igual a R\$0,42, demonstrando que a distribuição assimétrica tende para a direita e

esquerda, ou seja, confirma que ambas séries informa um coeficiente de assimetria positiva.

Quanto a distribuição dos preços à vista e futuro do preço do açúcar cristal, pode ser observado na figura 2.4.1.2.

FIGURA 2.4.1.2 – Histograma do preço à vista e futuro do açúcar cristal da Paraíba

Figura 2.4.1.2a: Preço à vista do açúcar

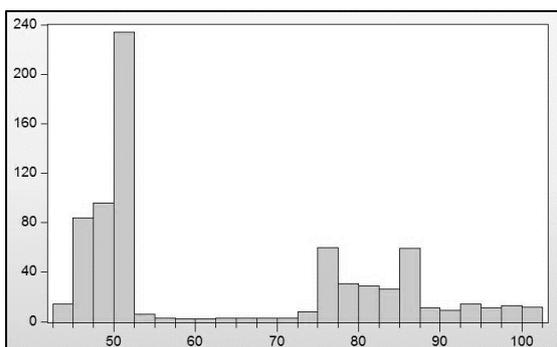
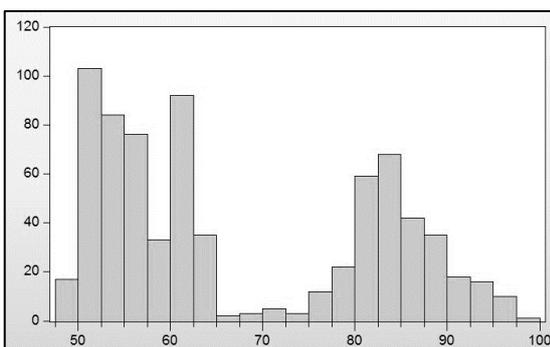


Figura 2.4.1.2b: Preço futuro do açúcar



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da CEPEA (2018).

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da BM&FBOVESPA (2018).

Sendo assim, observa-se na figura 2.4.1.2a, que o histograma apresenta uma assimetria concentra em torno (R\$ 50), bem como uma frequência que descesse bruscamente em um dos lados de forma gradual no outro, produzindo uma calda mais longa no sentido esquerdo. Este comportamento indica, que a média do preço do açúcar cristal localiza-se fora do meio da faixa de variação. Logo a assimetria é à direita a mediana é inferior à média.

Na figura 2.4.1.2b, o histograma indica três picos com frequências (R\$50; R\$60 e R\$80), com pequenos agrupamentos concentrados, isto é, aponta para uma distribuição com anormalidades temporárias. Isto significa que a anormalidade pode ser causada por erros de medição, de registro ou transcrição dos dados do açúcar cristal no estado.

Desta forma, as variáveis do açúcar cristal disposto nas figuras 2.4.1.2a e 2.4.1.2b, demonstraram diversos movimentos oscilatórios com tendência prevalecendo uma variação baixa e alta nos preços do açúcar cristal.

É relevante informar que a baixa e alta das séries do açúcar cristal no mercado paraibano é decorrente de dois fatores um interno e outro externo, a seguir explanados: o excesso de oferta no mercado internacional durante o período de 2014 a 2016 e a queda no setor sucroalcooleiro em relação a venda do etanol, após a implementação de política de controle da gasolina e do Decreto n 7.764/2012, no qual zerou o CIDE¹ sobre a gasolina (ÚNICA, 2014; CONAB, 2016).

Diante deste cenário, o setor sucroalcooleiro destinou a moagem da cana-de-açúcar para a fabricação do açúcar cristal, que por sua vez mostrou-se mais lucrativo, ao mesmo tempo o excedente ofertado resultou na oscilação dos preços no mercado paraibano.

Para verificar as séries temporais do açúcar cristal, foi realizado um teste raiz unitária de *Dickey-Fuller Aumentado-ADF*. O teste ADF, conferiu o número de raízes unitárias presente ou não nas séries do preço à vista e futuro, como mostra a tabela 2.4.1.3.

Para tanto, os parâmetros utilizados no teste ADF foram: teste no nível, optou-se por incluir o intercepto e para calcular o número de *lags*, foi aplicado o critério de informação de Schwarz, com um *lag* máximo de 18.

TABELA 2.4.1.3 – Teste de estacionariedade de Dickey-Fuller Aumentado-ADF do açúcar cristal da Paraíba

Variáveis	Estatística t	P-valor	Valor crítico: 5%	Valor crítico: 10%
A vista	-0.509662	0,999223	-2.866296	-2.569362
Futuro	0.221776	0,997404	-2.865429	-2.568897

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da CEPEA (2018) e BM&FBOVESPA (2018).

¹ Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico: incidente sobre a comercialização de petróleo e seus derivados, gás natural, exceto sob a forma liquefeita, e seus derivados, e álcool etílico combustível (MINISTERIO DA FAZENDA, 2018).

A tabela 2.4.1.3, aponta os seguintes resultados estatísticos para a variável à vista do mercado paraibano, a estatística $t = -0,50$, é maior que os valores críticos dos níveis de significâncias 5% (-2,86) e 10% (-2,56). Como $t >$ valor crítico, aceita a hipótese nula $H_0: \delta = 0$, há uma indicação um processo não estacionário para o preço à vista.

A variável do mercado futuro, apresentou uma estatística $t = 0,22$, que é maior que os valores críticos do teste raiz de ADF ao um nível de significância de 5% (-2,86) e 10% (-2,56). Logo, $t >$ valor crítico, aceita a hipótese nula $H_0: \delta = 0$, da raiz unitária. Portanto, o preço do mercado futuro apresenta um processo não é estacionário.

Então, como ambas as séries testadas no ADF apresentaram uma raiz unitária, com estatísticas $t >$ que os valores críticos, isto significa que não foi possível rejeitar a hipótese nula $H_0: \delta = 0$ (FULLER, 1976), para as variáveis dos preços à vista e futuro do açúcar cristal do mercado paraibano.

Diante do resultado de ADF, é procedente o teste de cointegração de Johansen e Juselius (1990), no qual requer que os preços do açúcar cristal sejam não estacionárias. Nesse sentido, a tabela 2.4.1.4 apresenta o teste de cointegração para os preços à vista e futuro do açúcar praticado na Paraíba.

A tabela 2.4.1.4 a seguir, informa a estimativa do teste de cointegração, mediante as estatísticas de traço ($\lambda_{\text{traço}}$) e o autovalor máximo ($\lambda_{\text{máximo}}$), para projetar uma hipótese da presença do vetor de cointegração (r) no vetor cointegração $r+1$.

TABELA 2.4.1.2.4 – Teste de cointegração açúcar cristal da Paraíba

Variáveis	Autovalor	$\lambda_{\text{Teste do traço}}$	$\lambda_{\text{máximo estatístico}}$	Valor crítico 5%	Valor crítico 10%
À vista	0,000452	0,262406	0,262406	3,841466	2,705545
Futuro	2,42E-05	0,014061	0,014061	3,841466	2,705545

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da CEPEA (2018) e BM&FBOVESPA (2018).

O teste de rastreio da variável à vista indicou um resultado estatístico de ($\lambda_{\text{traço}} = 0,26$), e ($\lambda_{\text{máximo}} = 0,26$), que é menor que seu valor crítico (3,84) a um

valor de significância de 5%, apresentando que aceita a hipótese nula. Ou seja, a variável do preço à vista do mercado paraibano não é cointegrada.

Quanto, a variável futura apontou um resultado estatístico de ($\lambda_{\text{trace}} = 0,01$) e ($\lambda_{\text{máximo}} = 0,01$), é menor que seu valor crítico (3,84) a um valor de significância de 5%, sugere a aceitação da hipótese nula de que não há relação de cointegração entre das variáveis.

Na tabela 2.4.1.4, seguem-se os resultados da estatística de Johansen, com o teste de λ_{trace} e $\lambda_{\text{máximo}}$, com valores menores que o valor crítico a 5%. Isto significa que não há cointegração no nível de significância de 5%, ou seja, denota-se a rejeição da hipótese.

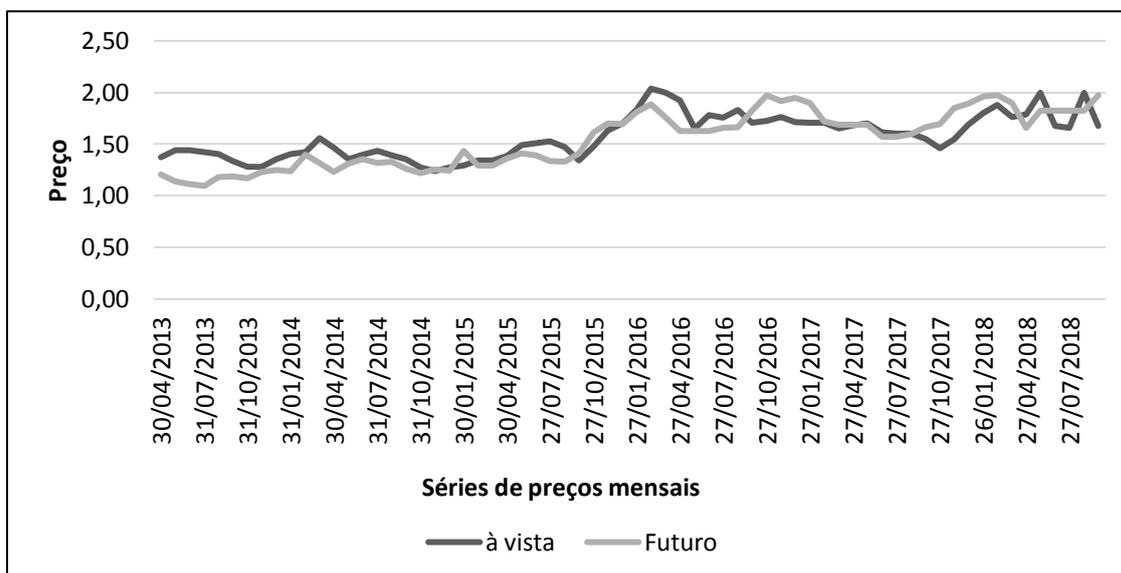
Logo, ficou evidente de que não existe um vetor de cointegração no mercado à vista e futuro do açúcar cristal. Isto indica, que não há indícios da eficiência de mercado na Paraíba.

Na sequência, serão apresentadas as análises do mercado do etanol hidratado da Paraíba.

2.4.2 Séries Temporais dos Preços do Etanol Hidratado -ETH da Paraíba

As informações apresentadas sobre o etanol hidratado, incidem no comportamento das séries temporais dos preços do mercado à vista e mercado futuro do estado da Paraíba.

FIGURA 2.4.2.3 – Séries temporais diárias do preço à vista e futuro do etanol hidratado da Paraíba



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da CEPEA (2018) e BM&FBOVESPA (2018).

Na figura 2.4.2.3, mostra séries temporais mensais entre o período de 2013 a 2018 cotado no mercado futuro da BM&FBOVESPA e os preços do mercado à vista da CEPEA do etanol hidratado, com movimentos oscilatórios com tendências de baixa e alta.

Note que na ilustração, que no período de 2013 a 2014 o preço do etanol hidratado no mercado à vista foi fechado a um valor superior ao do preço futuro. Além disso, pode verificar que no período de dezembro de 2014 a fevereiro de 2015, a cotação do preço futuro teve um pico 15% em relação ao preço à vista.

É importante ressaltar ainda, que o comportamento das séries temporais do etanol hidratado, o preço à vista teve pico de 30% em 2016, o maior registrado no período estudado. Entretanto, dezembro de 2016 a abril 2018 ocorreu uma baixa considerável no preço à vista, chegando a atingir -36% em outubro de 2017.

Quanto os preços futuros, de 2015 a 2018 ocorreu três picos de aumentos, chegando a atingir 39% em relação aos preços da cotação praticado em 2014.

Na sequência, apresenta-se a estatística descritiva das séries temporais do etanol hidratado, conforme a tabela 2.4.2.5, no qual foi possível verificar o comportamento das medidas de tendência central e da volatilidade, assim como a distribuição dos dados dos preços à vista e futuro do período de 2013 a 2018.

TABELA 2.4.2.5 – Estatística descritiva dos preços à vista e futuro do etanol hidratado do mercado paraibano

	À vista	Futuro
Média	1,573939	1,546061
Mediana	1,560000	1,610000
Máximo	2,040000	1,980000
Mínima	1,240000	1,100000
Desvio Padrão	0,209041	0,271100
Assimetria	0,344651	0,021754
Curtose	2,227017	1,603982
Jarque-Bera	2,949759 (0,228806)	5,364586 (0,068406)
Observações	66	66

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da CEPEA (2018) e BM&FBOVESPA (2018).

De acordo com a tabela 2.4.2.5, é possível verificar que o preço à vista ficou em torno de R\$1,57 a média, o valor mínimo R\$1,24 e o valor máximo R\$2,04, enquanto o preço futuro apontou R\$1,54 a média, o valor mínimo R\$1,10 e o valor máximo R\$1,98, apresentando assim um desvio-padrão respectivamente de R\$0,20 e R\$0,27 centavos de reais.

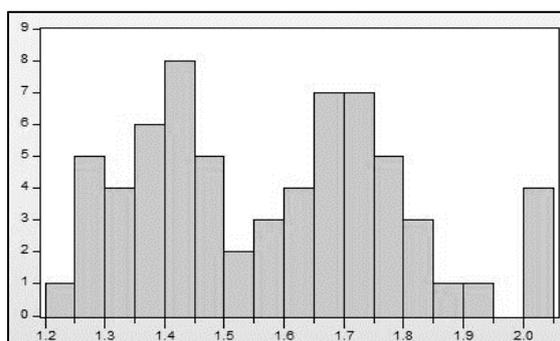
Quanto ao teste de normalidade de *Jarque-Bera-JB*, as séries dos preços à vista e futuro indicaram pouca probabilidade, ou seja, a hipótese de normalidade deve ser rejeitada. Pois a estatística de *JB* indicou R\$2,95 para o preço à vista e R\$5,36 para o preço futuro. Em relação a probabilidade, o preço à vista apresentou 77,11% quanto o futuro é 93,15%.

Na tabela 2.4.2.5, a assimetria do preço à vista é igual a R\$0,32, indicando assim uma distribuição assimétrica à direita, enquanto o preço futuro é R\$0,02, demonstrando que a distribuição assimétrica tende para a direita e esquerda, isto é, confirma que ambas séries informa um coeficiente de assimetria positiva.

Sendo assim, as variáveis apresentaram uma distribuição não normal, ou seja, a hipótese de normalidade deve ser rejeitada. A distribuição das séries temporais é apresentada na figura 2.4.2.4 a seguir.

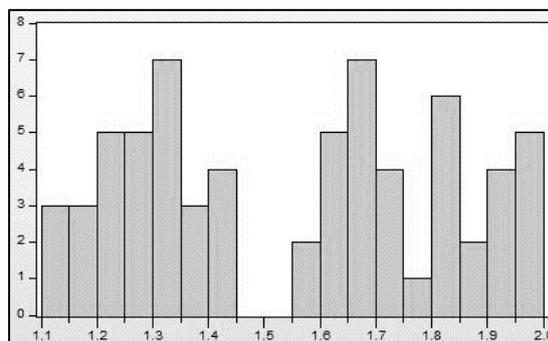
FIGURA 2.4.2.4 – Histograma da frequência do preço à vista e futuro do etanol hidratado da Paraíba

Figura 2.4.2.4a: Preço à vista do etanol hidratado



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da CEPEA (2018).

Figura 2.4.2.4b: Preço futuro do etanol hidratado



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da BM&FBOVESPA (2018).

Sendo assim, observa-se na figura 2.4.2.4a, que o histograma apresenta dois picos concentrados em torno (R\$ 1,4 e R\$ 1,7) e uma baixa concentração de frequência nos demais valores do preço à vista, ou seja, a tendência ocorre em situações em que há mistura de dados com médias diferentes obtidas em duas condições distintas.

Na figura 2.4.2.4b, o histograma indica grandes ilhas isoladas, tendo uma maior frequência (R\$1,3; R\$1,7 3 R\$ 1,8), isto é, a distribuição mostra 3 picos de densidade, ocorrendo assim anormalidades temporárias. Essas anormalidades podem ser causadas por erros de medição, de registro ou transcrição dos dados do etanol hidratado no estado, produzindo alguns resultados muito diferentes dos demais.

Desta forma, as séries do etanol hidratado disposto nas figuras 2.4.2.4a e 2.4.2.4b, apontaram diversos movimentos oscilatórios, com tendência que

prevalecem das variações de baixa e alta nos preços do etanol hidratado no mercado paraibano.

Para investigar a hipótese das séries temporais do etanol hidratado, foi realizado um teste raiz unitária de Dickey-Fuller Aumentado-ADF. O teste conferiu o número de raízes unitárias presente ou não nas séries dos preços à vista e futuro, como mostra a tabela 2.4.2.6.

Os parâmetros utilizados no teste ADF foram: teste no nível, optou-se por incluir o intercepto e para calcular o número de *lags*, foi aplicado o critério de informação de Schwarz, com um *lag* máximo de 10.

TABELA 2.4.2.6 – Teste de estacionariedade de Dickey-Fuller Aumentado-ADF do etanol hidratado da Paraíba

Variáveis	Estatística t	P-valor	Valor crítico: 5%	Valor crítico: 10%
A vista	-2,271249	0,935845	-2,906923	-2,591006
Futuro	-1,150089	0,959191	-2,906923	-2,591006

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da CEPEA (2018) e BM&FBOVESPA (2018).

A tabela 4.6 apontou para os seguintes resultados estatístico t (-2,27), que é maior que os valores críticos 5% (-2,90) e 10% (-2,59), resultando na aceitação da hipótese nula $H_0: \delta=0$ da raiz unitária, porque o preço à vista não é estacionário.

Para o mercado futuro, a estatística t (-1,15), é maior que os valores críticos de significância de 5% (-2,90) e 10% (2,59). Assim sendo, aceita a hipótese nula $H_0: \delta =0$ da raiz unitária, conseqüentemente, o preço futuro não é estacionário.

Concluindo que, ambas as séries apresentaram uma estatística $t >$ que os valores críticos, significando que não foi possível rejeitar a raiz unitária (DICKEY-FULLER, 1976). Nesse sentido, as variáveis dos preços à vista e futuro do etanol hidratado do mercado paraibano não são estacionárias.

Conforme o resultado de ADF, prevalece o teste de cointegração de Johansen e Juselius (1990), o qual requer que as séries temporais do etanol hidratado sejam não estacionárias.

Sendo assim, a tabela 2.4.2.7 apresenta o teste de cointegração para os preços à vista e futuro do etanol hidratado praticado na Paraíba. A tabela informa que a estimativa do teste de cointegração, mediante as estatísticas de traço (λ_{trace}) e o autovalor máximo ($\lambda_{\text{máximo}}$), projeta uma hipótese da presença do vetor de cointegração (r) no vetor cointegração $r+1$.

TABELA 2.4.2.7 – Teste de cointegração do etanol hidratado da Paraíba

Variáveis	Autovalor	$\lambda_{\text{Teste do traço}}$	$\lambda_{\text{máximo estatístico}}$	Valor crítico 5%	Valor crítico 10%
À vista	0,036940	2,371263	2,371263	3,841466	2,705545
Futuro	0,027979	1,787806	1,787806	3,841466	2,705545

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da CEPEA (2018) e BM&FBOVESPA (2018).

Na tabela 2.4.2.7, apresenta o teste de rastreio da variável à vista, indicando um resultado estatístico de ($\lambda_{\text{trace}} = 2,37$), e ($\lambda_{\text{máximo}} = 2,37$), que é menor que seu valor crítico (3,84) a um valor de significância de 5%, ou seja, aceita a hipótese nula. Assim sendo, pode-se afirmar que a variável do preço à vista do mercado paraibano não é cointegrada.

Quanto, a variável futura apontou um resultado estatístico de ($\lambda_{\text{trace}} = 1,78$) e ($\lambda_{\text{máximo}} = 1,78$), que é menor que seu valor crítico (3,84) a um valor de significância de 5%, sugere-se dessa forma a aceitação da hipótese nula de que não há relação de cointegração entre das variáveis.

Na tabela 2.4.2.7, seguem-se os resultados da estatística de e Juselius (1990) para ambas as variáveis, onde os testes de λ_{trace} e $\lambda_{\text{máximo}}$ apresentaram valores menores que o valor crítico a 5%. Isto significa que não há cointegração no nível de significância de 5%, ou seja, denota-se a rejeição da hipótese.

Portanto, fica evidente de que não existe um vetor de cointegração no mercado à vista e futuro do etanol hidratado, indicando que não há indícios da eficiência no mercado paraibano.

Dentro deste contexto, os resultados encontrados no presente estudo, corroboram com aqueles encontrados por Alves, Duarte e Lima (2008) e Tonin, Parré, Tonin (2014), no que tange à *commodity* do etanol quando afirmam que o mercado de etanol no Brasil pode não ser considerado eficiente. Um outro aspecto a mencionar refere-se aos resultados encontrados por Melo, Lima e Moraes (2006), que contrapõem os indícios da não eficiência do mercado no paraibano do açúcar cristal, encontrados nesta pesquisa. Isto porque, Melo, Lima e Moraes (2006), apontam que as séries históricas do açúcar cristal indicaram evidências de eficiência de mercado brasileiro, entretanto não vislumbram um viés de longo prazo.

2.5 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Esta seção, apresentará um resumo dos principais resultados encontrados nesta pesquisa. Posteriormente, aborda as limitações encontradas no desenvolvimento do estudo e as respectivas sugestões para uma futura de pesquisas sobre a temática.

2.5.1 Conclusão

Este estudo investigou a hipótese de eficiência do mercado do açúcar cristal e o etanol hidratado da Paraíba, mediante o teste de cointegração. Optou-se por esse mercado por trata-se de um importante *commodity* do agronegócio, posto que o setor sucroalcooleiro são os principais produtores mundial da cana-de-açúcar, e levou em consideração os números relativos à comercialização do mercado do açúcar e etanol. Além do mais, na Paraíba, se trata da maior atividade agrícola, bem como é o terceiro maior produtor da Região Nordeste.

Para verificar a hipótese de eficiência do mercado, aplicou-se a estatística descritiva, os testes raízes unitárias aumentado de Dickey-Fuller – ADF e da cointegração de Johansen e Juselius (1990), aos dados históricos dos preços à vista do açúcar cristal e o etanol hidratado do mercado interno e externo paraibano.

A princípio, buscou-se analisar o comportamento das séries do açúcar cristal e do etanol hidratado, que, de forma geral, apresentam em ambas variáveis diversos movimentos oscilatórios com tendência para baixa e alta nos preços no mercado no período estudado. De acordo com o Acompanhamento da Safra Brasileira de Cana-de-Açúcar (2016), esta oscilação no valor do açúcar cristal e do etanol no mercado, se deu devido a abertura de novos mercados do açúcar na União Europeia, bem como, na estagnação na demanda do etanol, induzindo dessa forma, que o Setor Sucroalcoolerio destinasse suas operações para a fabricação do açúcar, que naquele momento se mostrava mais lucrativo.

Posteriormente, foram apresentadas a estacionaridade das variáveis analisadas, por meio do teste raiz unitária aumentada de Dickey e Fuller - ADF (1981). Dessa maneira, o teste ADF para o açúcar cristal e etanol hidratado, apresentaram uma raiz unitária, com estatísticas $t >$ valores críticos, significando assim que não foi possível rejeitar a hipótese nula $H_0: \delta = 0$, para as variáveis dos preços à vista e futuro do açúcar cristal e do etanol hidratado do mercado paraibano, denotando assim processo não estacionário.

Em relação ao teste de cointegração, ficou estimado que as variáveis abordadas na pesquisa, para verificar se duas ou mais variáveis econômicas estavam sincronizadas a longo prazo, mediante a estatística de Johansen e Juselius (1990), onde foram estimados os testes estatísticos de rastreamento e o autovalor máximo. Os resultados apontaram que para o açúcar cristal e para o etanol hidratado, não há possibilidade de cointegração no nível de significância de 5% e 10%, o que confirmou a rejeição da hipótese. Nesse sentido, ficou evidenciado que para ambas variáveis não existe um vetor de cointegração.

Assim sendo, ficou perceptível, de modo geral, que os testes de parâmetro das séries temporais do açúcar cristal e etanol hidratado do mercado paraibano foram logaritmizados, devido evidenciar a não estacionariedade dos preços durante o período pesquisado. Entretanto, este teste não confirmou o teste dos parâmetros $\alpha = 0$ e $\beta = 1$. Isto confirma os pressupostos que o mercado das *commodities* do açúcar cristal e etanol hidratado da Paraíba são ineficientes.

Nesse sentido, analisar a eficiência de mercado aplicado na *commodity* agrícola, dando ênfase ao setor sucroalcooleiro, possibilitou contribuições acadêmicas e práticas. No que tange a contribuição acadêmica, consiste em esclarecer a teoria da hipótese da eficiência de mercado aplicado ao setor sucroalcooleiro, ainda marcado pela carência de pesquisas, em especial no mercado paraibano, no qual permitiu desenvolver investigações fortalecida por conhecimentos sólidos e sistematizados. Pois, a ideia de oscilação dos preços do açúcar e etanol é constante, quando se fala no setor sucroalcooleiro. Quanto a contribuição prática, refletiu ao analisar que o mercado paraibano sucroalcooleiro, é ineficiente.

2.5.2 Limitações da Pesquisa

No desdobramento desta pesquisa, ficou evidente algumas limitações no decorrer da fase exploratória, tais como:

1.Referências sobre a eficiência de mercado no setor Sucroalcoolerio paraibano, que se mostraram limitados e de difícil busca para o embasamento da construção desta pesquisa;

2.Restrições no período dos dados do açúcar e etanol hidratado disponíveis na CEPEA e BM&FBOVESPA, principalmente no que se refere as variáveis de preço à vista e futuro do mercado paraibano. Esta restrição limitou a pesquisa, em apenas o período analisado nesta pesquisa.

Diante das limitações citadas para a presente pesquisa, ficam indicadas as sugestões a seguir, para futuras pesquisas.

2.5.3 Sugestão para Pesquisas Futuras

A partir deste estudo, identificou-se a necessidade das seguintes ações para pesquisas acerca da eficiência de mercado de *commodity* sucroalcooleiro no mercado do Nordeste brasileiro:

1. Analisar a eficiência do mercado sob a ótica da cointegração no nordeste brasileiro, verificando-se os três principais produtores: Pernambuco, Alagoas e Paraíba.

2. Pode-se estender a pesquisa, aplicando uma metodologia por meio de testes raízes unitárias teste raiz unitária de Dickey e Fuller e Philips-Perron e a cointegração Johansen e Juselius (1990), e Philips-Ouliaris para verificar quais desses métodos apontam que a hipótese de eficiência de mercado no Nordeste.

2.6 REFERÊNCIA DO CAPÍTULO

ALVES, J.; DUARTE, G.; LIMA, R. Teste da Eficiência do Mercado Futuro do Álcool Anidro no Brasil: uma análise de cointegração. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 39, n.1, jan/mar de 2008.

AMADO, C.; CARMONA, C. Análise da Eficiência dos Mercados Futuros Agrícolas Brasileiros: uma análise da eficiência dos mercados futuros agrícolas brasileiros. **IV Encontro Brasileiro de Finanças, Anais ...Rio de Janeiro: Universidade Federal do Ceará**, v.4, n.1-16, 2004.

ARÁUJO, *et al.*, A Hipótese de Eficiência do Mercado: o caso do café no mercado futuro do Brasil. **Revista Gestão e Desenvolvimento**, v.4, n.1,p. 87-96, Jan/Jun. de 2018.

BACHELIER, L.**Theorie de la speculation**. (t. i. Reeditada em inglês (A. J. Bones, Ed.) *Random character of stock market prices*, p.17-78, 1990.

BECK, S. **Cointegration and market efficiency in commodity futures markets**. v.26, p. 249-257,1994.

BREALEY, R.A.; MYERS, S.C. **Princípios de finanças empresariais**. 3 ed. Lisboa: McGraw-hill, 924 p. 1995.

BITENCOURT, W. (2007). Ensaio empírico sobre a eficiência do mercado futuro de café. **Dissertação (Mestrado em Administração)- Universidade Federal de Lavras**.

BM&FBOVESPA. (2018). *Futuro de Açúcar Cristal com Liquidação Financeira*. Acesso em 25 de 10 de 2018, Disponível em Bolsa de Mercadorias e Futuros – BM&FBOVESPA:http://www.b3.com.br/pt_br/produtos-e-servicos/negociacao/commodities/futuro-de-acucar-cristal-com-liquidacao-financeira.htm

BUENO, R. ***Econometria de Séries Temporais*** (Vol. 2). São Paulo: CENGAG Learning, 2011.

CEPEA/ESALQ. (2018). *Metodologia mensal do açúcar cepea/esalq paraíba mercado interno*. Acesso em 25 de 10 de 2018, disponível em Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – CEPEA/ASALQ: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/metodologia/metodologia-mensal-acucar-cepea-esalq-paraiba-mercado-interno.aspx>

CONAB. ***Acompanhamento da Safra Brasileira de Cana-de-Açúcar/ v.4 - Safra 2017/2018***. Companhia Nacional de Abastecimento, Brasília, 2018.

_____ ***Acompanhamento da Safra Brasileira de Cana-de-Açúcar/ v.4 - Safra 2015/2016***. Companhia Nacional de Abastecimento, Brasília, 2016.

COWLES, A. Can Stock Market Forecaster Forecast? ***In Econometrica***, v. 1,n.3, p.309-224, 1933.

DAMODARAN, A. **A avaliação de investimento**: ferramentas e técnicas para determinação do valor de qualquer ativo. São Paulo: Qualitmark, p.630,1996.

DAVIS, M; ETHERIDGE, A. **Theory of speculation: the origins of modern finance. Hardcover**, ISBN:9780691117522, p.208.2006.

DICKEY, D.; FULLER, W. Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. ***Journal of the American Statistical Association***, v.74, p.427-431, 1979.

DICKEY, D.; FULLER, W. A likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. ***Econometrica***, v.49, p.1057-1072.1981.

DOMINGUES, J.M.F. **Hipótese de eficiência de mercado na forma fraca do mercado de criptodivinas.** (Mestrado em Economia) Faculdade de Economia - Universidade de Coimbra, 2014.

ELTON, E. J.; GRUBER, M. J. **Modern portfolio theory and investment analysis.** New York: John Wiley & Sons Inc., 1995.

FAMA, E. Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. **Journal of Finance** , v.25,p.385-417, 1970.

FERREIRA, E.; MACHADO, A.; MORAES, W. (Jan/Jun. de 2010). Internacionalização no Setor Sucroalcooleiro Nordeste. **Internext- Revista Eletrônica de Negócios Internacionais da ESPM**, v.5, p.112-131, Jan/Jun de 2010.

FIGUEIREDO, T. A Produção Sucroalcooleira e a Sustentabilidade: um diagnóstico do início do século XXI da Paraíba. **Olhares Plurais - Revista Eletrônica Multidisciplinar**,v.1, n.2, p.88-104,2010.

FONTANETTI, C.; BUENO, O. **Cana-de-açúcar e seus impactos: uma visão acadêmica.** Bauru, SP: Canal, 2017.

FRAGA, G.; SILVA NETO, W. Evidência no Mercado Futuro de *Commodity*. Evidências Empíricas. **Revista Econômica do Nordeste**, v.42, n.1, p. 125-137, Jan/Mar. de 2011.

GOES, T.; MARRA R.; SILVA, G. S. Setor sucroalcooleiro no Brasil: situação atual e perspectivas. **Revista Política Agrícola**, Ano XVII – Nº 2 – Abr./Maio/Jun. 2008.

HARZER, *et al.*, Efficiency of the Agricultural *Commodity* Futures Market by Applying the Cointegration test. **Revista ADM - UFSM**, v.5,n.2, p.336-353, May/Ago, de 2012.

JENSEN, M. Some anomalous evidence regarding market efficiency. **Journal of Financial Economics**, n.6, p. 95-102, 1978.

JOHANSEN, S., JUSELIUS, K. Maximum likelihood estimation and inference on cointegration with application to the demand for money. ***Oxford Bulletin of Economics and Statistics***, v.52, n.2, p.169-209, 1990.

KENDALL, M. The analysis of economic time - series, part I. Prices. ***Journal of Royal Statistical Society***, v.96, p.11-25, 1953.

KEYNES, J. ***General theory of employment, interest and money***. In: ***THE COLLECTED. writings of John Maynard Keynes***. (Vol. 4). London: MacMillan/St. Martin, 1936.

LAI, K.S.;LAI,M. A cointegração test for market efficiency. ***Journal of Futures Markets***, v.11: p.567-575, 1991.

MANDELBROT, B. B. The variation of certain speculative prices. ***Journal of Business***, v. 36, p. 394-419, 1963.

MARGARIDO, M.; JUNIOR, H. Teste para mais de uma raíz unitária: uso do software sas® na elaboração de uma rotina para o teste dickey- pantula. ***Pesquisa e Debate***, v.17, p.149-170, 2006.

MACKINNON, G.J. Critical values for cointegration and the analysis of long-run relationships. New York: ***Oxford University Press***,1991.

MELO, A.; LIMA, R.; Moraes, A. Análise da eficiência do mercado futuro brasileiro de boi gordo usando cointegração. ***Revista de Economia e Sociologia Rural***, v.47, n.3, p.601-614, Jul/Set. de 2009.

MENEGÁRIO, A., et al.,Eficiência Comparativa dos Mercados Futuros no Brasil e Exterior para a comercialização da safra de café brasileiro. ***Revista Pesquisa e Debate***, v.25, n.1, p.25-51, Jan/Jun de 2014.

MORAIS, I.; STONA, F.; SCHUCK, F. ***Econometria Aplicada no EViews***. Porto Alegre, (2016).

MOTTA-ROTH, D.; HENDGES, G. ***Produção textual na universidade***. Sao Paulo-SP: Parábola, 2010.

OSBORNE, M. F. Maury. Brownian motion in the stock market. **Operations Research**, vol. 7, n. 2, p. 145- 176, March/April, 1959.

PARAÍBA. **Associação dos Plantadores de Cana-de-Açúcar do Estado da Paraíba** - ASPLAN. João Pessoa, PB, 2003. Disponível em: https://asplanpb.com.br/page/110/?option=com_content&view=article&id=328%3Aempresa-de-fertilizantes-apresenta-solucoes-para-a-cultura-da-cana-e-resultados-positivos-ja-obtidos-em-campos-da-pb-pe-e-al&catid=34%3Anoticias&Itemid=54. Acesso em: 10 de Nov. 2018.

PAIXÃO, M; FONSÊCA, M. Etanol na Paraíba: barreiras comerciais e perspectivas de aumento das exportações. **Revista Econômica do Nordeste**, v.43, n.3, p.585-610, Jul/Set de 2012. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/projwebren/Exec/artigoRenPDF.aspx?cd_artigo_ren=1332. Acesso em: 10 de Nov. 2018.

ROBERTS, H. V. Stock market “patterns” and financial analysis: methodological suggestions. **The Journal of Finance**, The American Finance Association, v. 14, n. 1, p. 1-10, New York, 1959.

RODRIGUES, M., MARTINES FILHO, J. Eficiência nos mercados futuros Agropecuários Brasileiros. **Revista Economia Aplicada**, v.19, n.2, p.349-368, Abr/Jun. de 2015.

ROSS, S.A.; WESTERFIELD, R.W.; JAFFE, J.F. Corporate Finance. 2 ed. Atlas, São Paulo, 778 p. 2009.

SAMUELSON, P. A. Proof that properly anticipated prices fluctuate randomly. **Industrial Management Review**, Cambridge, v. 6, p. 41- 49, feb.1965.

SANTOS, E.; WOLFF, L.; SOUZA, A.M. Transmissão e influência do volume dos estoques públicos sobre o arroz no Brasil. **Revista Ciência Rural** [online], v.43, n.3, pp.559-564. ISSN. 0103-8478, 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0103-84782013000300030&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 18 de Nov. 2018.

SILVA, R.; TAKEUCHI, R. Mercados futuros e à vista de açúcar: uma análise empírica de eficiência versus arbitragem. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, SP, v.48, n.2, p.307-330. abr/jun, 2010. Disponível em: https://bdpi.usp.br/bitstream/handle/BDPI/6184/art_SILVA_Mercados_futuro_e_a_vista_de_acucar_2010.pdf?sequence=1. Acesso em: 10 de Nov. 2018.

SILVA NETO, W.; FRAGA, G., MARQUES, P. Eficiência de mercado: evidências empíricas para os preços spot e futuro de boi gordo. **Revista Economia**, v.36, n.3, p.7-24, set/dez. de 2010.

SOARES, L., et al., *Mitigação das emissões de gases efeito estufa pelo uso de etanol da cana-de-açúcar produzido no Brasil*. Seropédica: **Embrapa Agrobiologia**, 2009.

TONIN, J.; PARRÉ, J.; TONIN, J. Análise de cointegração, efetividade e razão ótimo de *hedge* para mercado de etanol anidro brasileiro e norte-americano. **Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**. Goiânia - GO, p.1-20, Jul de 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/283117066_Analise_de_cointegracao_efetividade_e_razao_otima_de_hedge_para_os_mercados_de_etanol_anidro_brasileiro_e_norte-americano. Acesso em: 10 de Nov. 2018.

UNICA. (2018). **União da Indústria de Cana-de-Açúcar. Acesso em 04 de Novembro de 2018**, disponível em Moagem de cana-de-açúcar e produção de açúcar e etanol - safra 2017/2018: <http://www.unicadata.com.br/historico-de-producao-e-moagem.php?idMn=32&tipoHistorico=4&acao=visualizar&idTabela=1984&safr=2017%2F2018&estado=RS%2CSC%2CPR%2CSP%2CRJ%2CMG%2CES%2CMS%2CMT%2CGO%2CDF%2CBA%2CSE%2CAL%2CPE%2CPB%2CRN%2CCE%2CPI%2CMA%2CTO%2CPA%2CAP%>

----- (2014) UNICA, **União da Indústria de Cana-de-Açúcar**. (7 de 12 de 2018). *Portal Unica*. Fonte: Relatório sucroenergético: <http://www.unica.com.br/setor-sucroenergetico/>

WORKING, H. (1934). A random difference series for use in the analysis of time series. *Journal of American Statistical Association*, 18, n°137, 29:11-24.

3 HEDGE: Uma análise da operação de *hedge* no etanol hidratado no estado da Paraíba.

3.1 INTRODUÇÃO

O United States Department of Agriculture (USDA), aponta o Brasil como o maior produtor e exportador de açúcar do mundo e o segundo maior produtor de etanol (USDA, 2018). O processamento da cana-de-açúcar no Brasil para a safra 2017/2018, consta cerca de 34,25 milhões de toneladas de açúcar e 30,41 bilhões de litros de etanol (CONAB, 2018; ÚNICA, 2018).

Na região Nordeste processou aproximadamente 24 milhões de toneladas de cana-de-açúcar (CONAB, 2018). A Paraíba ocupa o terceiro lugar no ranking de produção na safra de 2017/2018, com uma produtividade de 1,3 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, com 216,7 milhões de toneladas de açúcar, 147 milhões de litros de etanol hidratado e 167 milhões de litros de etanol anidro (CONAB, 2018).

A expansão da produtividade da cana-de-açúcar na Paraíba, é decorrente o advento do Programa Nacional do Álcool – PROÁLCOOL (BITTENCOURT; FONTES; CAMPOS, 2012). O governo brasileiro, criou o Proálcool em 1975, com o objetivo de estimular a produção do etanol, em substituição aos combustíveis derivados do petróleo (PAIXÃO; FONSECA, 2012). O programa oferece incentivos fiscais e empréstimos bancários com juros subsidiados para os produtores de cana-de-açúcar para produzir etanol, e para as indústrias automobilísticas, para produzirem carros movidos a etanol (CARVALHO; FONSECA, 2017).

Os incentivos promovidos pelo Proálcool, possibilitou a implantações de inovações tecnológicas no setor Sucroalcoolerio paraibano, ampliando a comercialização do etanol (BITTENCOURT; FONTES; CAMPOS, 2012). Porém, no que tange a comercialização dos produtos derivados da cana-de-açúcar, os produtores paraibanos detêm da ausência de instrumentos de comercialização

que favoreçam a estabilidade dos preços na safra e entressafra (PAIXÃO; FONSECA, 2012).

Outro fator relevante, são as unidades produtoras no estado paraibano, que negociam a produção exclusivamente com as companhias de combustíveis (ANP, 2018). Diante desta conjuntura, o preço do etanol é determinado pelas distribuidoras, segundo o Sindicato da Indústria de Fabricação do Alcool do Estado da Paraíba (SINDÁLCOOL, 2018), ou seja, resulta que a rentabilidade da venda do etanol não é muito vantajosa para o produtor (PAIXÃO; FONSECA, 2012).

Diante este cenário, os produtores da Paraíba, optam por vender para o mercado externo (SINDÁLCOOL, 2018). Pois o mercado, oferece mais flexibilização na comercialização do etanol no país, onde oferece uma maior estabilidade de preços na safra e na entressafra, isto é, reduz a exposição do produtor às condições de negociação, diversificar o mercado comprador, além de reduzir os riscos da exposição à sazonalidade dos preços no mercado interno e externo (BITTENCOURT; FONTES; CAMPOS, 2012; PAIXÃO; FONSECA, 2012).

Com base nessas informações e nos estudos referentes as operações de *hedge* no setor sucroalcooleiro, notou-se que a literatura tem sido pouco explorada no que diz respeito à a gestão de risco aplicado a comercialização do Etanol Hidratado – ETH na Paraíba. Diante do exposto, fez-se necessário um estudo que venha a responder à seguinte questão central: como a operação de *hedge* minimiza o risco na comercialização do Etanol Hidratado – ETH do estado da Paraíba?

Apoiando-se na abordagem de operação de *hedge* em *commodity* agrícola e no que foi exposto, cabe apresentar o objetivo desta pesquisa: analisar a operação de *hedge* na comercialização do Etanol Hidratado – ETH do estado da Paraíba.

Estudos referente ao risco na comercialização de *commodity* tem adotado uma abordagem ampla no que diz respeito, a operação de *hedge* (FILENI;

MARQUES; MACHADO, 1999; OLIVEIRA NETO; FIGUEIREDO; MACHADO, 2009; SILVEIRA; CRUZ JUNIOR; SAES, 2012; SILVA; OLIVEIRA NETO; MACHADO, 2016; SANTOS; MAIA, 2016; PINHO *et al*, 2017; CAPITANI *et al.*, 2018), principalmente no setor agrícola. Nesse sentido, destacam a relevância de um estudo aprofundado sobre *hedge* no setor sucroalcooleiro, no qual englobem a comercialização formal mediante a contratos padronizados, decorrente de negociações nos mercados à vista e futuro, onde são estabelecidas compras e vendas com data já pré-determinada (SILVA, NETO e MACHADO, 2016), a fim de compreender como a utilização do *hedge* minimizar o risco de oscilação de preço no mercado paraibano.

Neste contexto, para alcançar o objetivo proposto, fez necessário administrar esta pesquisa da seguinte forma: aplicar a estatística descritiva, para descrever o comportamento do etanol hidratado do mercado; realizar os testes raiz unitária aumentada - ADF de *Dickey e Fuller* (1981) e de cointegração de Johansen e Juselius (1990), para verificar as séries temporais do Etanol Hidratado – ETH do preço à vista da Usina Agroindustrial e o preço futuro da BM&FBOVESPA, e por fim aplicar Modelo de Myers e Thompson (1989), para analisar a razão ótima e efetividade *hedge* das séries temporais Etanol Hidratado – ETH.

Assim sendo, o presente estudo está estruturado em cinco seções, além desta introdução. A segunda seção disserta a revisão de literatura, no qual traz abordagens referentes a teoria de *hedge* em derivativos, e operação de *hedge* em *commodity* agrícola no Brasil. A terceira seção discorre acerca dos procedimentos metodológicos e do modelo utilizado nesta pesquisa. Na quarta seção elaboram-se os resultados e discussões obtidos, e por fim, tem-se a quinta seção com as considerações finais.

3.2 REVISÃO DE LITERATURA

O termo *hedge*, pode ser caracterizado como cobertura ou proteção de financeira em ativos, no que tange a oscilação nos preços de *commodity*. Diante desta relevância, a revisão de literatura a seguir explanou-se, os principais

pioneiros nas pesquisas sobre a teoria do *hedge* em derivativos. Posteriormente, abordou-se a evolução da operação de *hedge* aplicado no mercado agrícola no Brasil.

3.2.1 *Hedge*

O *Hedge* é um tema relevante na finança e vem sendo discutidos em diversos estudos como um mecanismo de seguro para o investidor, onde tem como objetivo analisarem as transações compensatórias que visa proteger o investidor contra oscilação de preço no mercado (SANTOS; MAIA, 2016; WORKING, 1934). Todavia, para compreendê-la é necessário apresentar sua base conceitual.

O precursor dos estudos sobre *hedge* como um mecanismo de seguro, foram Working (1934), Cowles (1933), Cowles e Jones (1937) e Kendall (1953) em suas pesquisas analisaram o *hedge* como um mecanismo de proteção contra as oscilações de preço de derivativo do mercado futuro (OLIVEIRA NETO; FIGUEIREDO; MACHADO, 2009).

Isto é, *hedge* é uma estratégia de controle de risco para garantir a compra e venda de uma mercadoria a valores justos. Para tanto, o produtor de *commodity* compra ou lança um contrato futuro com preço desejado para vender sua mercadoria em data futura, limitando eventuais perdas (HULL, 2016).

O conceito de *hedge* de no âmbito no mercado de *commodity* agrícolas vem sendo objeto de estudo de pesquisadores acadêmicos (FILENI; MARQUES; MACHADO, 1999; OLIVEIRA NETO; FIGUEIREDO; MACHADO, 2009; SILVEIRA; CRUZ JUNIOR; SAES, 2012; SILVA; OLIVEIRA NETO; MACHADO, 2016; SANTOS; MAIA, 2016; PINHO *et al*, 2017; CAPITANI *et al.*, 2018). Tais pesquisas tiveram o objetivo de compreender como funciona a operação de *hedge* no mercado de commodity, no qual tem o intuito de avaliarem de como o *hedge* reduz o risco de movimentos adversos na oscilação de preço (OLIVEIRA NETO; FIGUEIREDO; MACHADO, 2009).

A figura 3.2.1 a seguir apresenta uma ordem cronológica de alguns conceitos de *hedge* e seus respectivos autores.

QUADRO 3.2.1 – Hedge

Autor	Definição
Working (1953)	O <i>hedge</i> seria o agente que estivesse envolvido, de alguma maneira, com produção, o armazenamento ou processamento de um bem para venda no mercado financeiro, enquanto o especulador seria o agente não envolvido com essas atividades.
Ederington (1979)	A operação de <i>hedge</i> ocorre para proteger o produtor contra a variabilidade de preços no mercado físico.
Eckwel, Migate e Newman (1987)	A operação de <i>hedge</i> consiste em uma transação em mercados futuros empreendida para reduzir o risco intrínseco à atividade relativa ao objeto de contrato.
Jorion (1998)	<i>Hedge</i> é uma proteção contra os efeitos adversos das variáveis de mercado, as quais as empresas ou investidor não tem controle.
Marques e Mello (1999)	<i>Hedge</i> é uma ferramenta de gerenciamento de risco de oscilação de preço no mercado físico de uma <i>commodity</i> agrícola.
Eiteman <i>et al.</i> , (2002)	<i>Hedge</i> é a tomada de uma posição de aquisição tanto de uma ativo quanto de um contrato, caracterizando um fluxo de caixa que aumentará em valor e compensará uma queda no valor de uma posição existente.
Penining e Egelkraut (2003)	O <i>hedge</i> como um agente racional que maximiza a utilidade esperada de uma carteira composta por contratos no mercado à vista e no futuro.
Marques <i>et al.</i> , (2006)	Na operação de <i>hedge</i> , o agente procura travar o preço de venda ou compra de mercadorias em operações inversas às realizadas no mercado físico.
Carmona <i>et al.</i> , (2014)	<i>Hedge</i> é uma estratégia que visa garantir proteção a um ativo contra oscilações inesperadas em um preço, com o objetivo de eliminar ou reduzir o risco da operação ou investimento.
Hull (2016)	<i>Hedge</i> é uma ferramenta de repasse do risco ao preço, dos <i>hedgers</i> para outros agentes que resolvam assumi-lo com base nas expectativas do mercado.

Fonte: Os autores, 2019.

Conforme a figura 3.2.1 acima, demonstra alguns conceitos de *hedge*. Estes conceitos, estão relacionadas ao risco em que o investidor está sujeito em transações no mercado de *commodity*. Nesse sentido, o *hedge* é um mecanismo

estruturado com a finalidade de reduzir o risco de perda nas oscilações do preço durante transações no mercado financeiro (HULL, 2016; CARMONA, *et al.*, 2014).

3.2.2 Pioneiros nas pesquisas da teoria de *hedge* em derivativos

Determinar um método de seleção de preço de *commodity* é uma das principais metas para os investidores no mercado de derivativos (HULL, 2016). Estudos como de Working (1934), Cowles (1933), Cowles e Jones (1937) e Kendall (1953) evidenciaram o comportamento do preço no mercado. Os autores analisaram os preços dos ativos que variavam aleatoriamente, a fim de comprovarem que não existia uma forma de previsão do preço dos ativos e seus ganhos (GUIMARÃES; ARAÚJO; BARBEDO, 2011).

Além disso, a pesquisa Ederington (1979), avaliou o Mercado future internacional. O autor utilizou-se GNMA e T-Bill, como instrumentos para estimar o *hedge* nos anos de 1976 e 1977. Relatou-se no estudo que a decisão de *hedgear* no mercado futuros não é diferente das demais decisões de investimentos. Entretanto como os investidores procuram uma melhor combinação de risco e retorno, logo, só arriscaram *hedgear* parte da sua carteira. Nesse sentido, esse comportamento dos investidores no mercado futuro, contraria a teoria do *hedge* (EDERINGTON, 1979).

Para Lemgruber, Becker e Felício (1991), em seu estudo sobre seguro dinâmica de portfólio, abordaram a operação de *hedge* no mercado brasileiro de ouro. Esta pesquisa apresentou duas formas de ajuste para a posição sintética: a primeira consiste em negociar parte do ativo segurado com venda gradual do ativo de risco à medida que o valor deste ativo cai, e na sua recompra, também gradual, à medida que seu valor sobe, a outra forma, mais empregada devido a seus baixos custos de transação, ajusta o ativo de risco através da compra ou da venda de contratos futuros. Bem como diversas situações aleatórias apresentadas no mercado de ouro brasileiro durante 1988 a 1990, mostrou que a técnica de *hedge* limita as perdas do patrimônio, sem impor limitações às suas oportunidades de ganhos (LEMGRUBER; BECKER; FELÍCIO, 1991).

Em outro estudo sobre *hedge*, Gonçalves (1993) observou-se os conceitos de eficiência de *hedging* e a taxa de *hedge* de mínimo risco para o mercado futuro de taxa de juros. Este estudo baseia-se no desempenho dos contratos referenciados nos depósitos interfinanceiros (DI) de um dia durante o período de 1991 a 1992. Com isso, a rentabilidade no mercado à vista e futuro, apontou que as estimativas de taxa ótima de *hedge* para os contratos futuros em DI de um dia, calculadas pelo método dos mínimos quadrados ordinários - MQO, são viesadas para cima. Logo, a razão para este viés é a presença de perturbações autoregressivas nos resíduos, o que viola uma hipótese básica do modelo de regressão por MQO (GONÇALVES, 1993).

A pesquisa de Tufano (1996), examinou um banco de dados que detalha a atividade de gerenciamento de risco corporativo na indústria de mineração de ouro na América do Norte. O autor verificou que as mineradoras empregavam derivativos para a redução de risco. Sendo assim, as empresas se utilizaram de operação de *hedge* envolvendo a aversão de risco corporativo. Nesta lógica, os gerenciamentos de riscos estão negativamente associados à posse dos CFOs das empresas, talvez refletindo interesses, habilidades ou preferências gerenciais (TUFANO, 1996).

Pesquisa referente a derivativos financeiros foi abordado por Farhi (1999). A autora discutiu sobre as operações de *hedge* no mercado de derivativo financeiro. O estudo relata as especificações do conceito dessas operações de cobertura de riscos, introduzido as modificações em operações de especulação e arbitragem. A contribuição desta pesquisa, é que ambas operações fazem intenso uso da alavancagem que pode resultar em prejuízos (FARHI, 1999).

Saito e Schiozer (2007), analisaram o uso de derivativos realizada em 74 das principais empresas brasileiras não-financeiras de capital aberto em 2004, a fim de explicar como o *hedge* parcial pode ser ótimo. A pesquisa contribuiu que as empresas não-financeiras usaram derivativos com a finalidade de gerenciamento de risco, e não com fins lucrativos. Entretanto, os derivativos mais utilizados no país são o cambial, seguida pelo risco de taxas de juros, de *commodities* entre outros (SAITO; SCHIOZER, 2007).

Abordagem sobre *hedge* simultâneas, Souza, Martines-Filho e Marques (2011) tiveram o intuito de verificar os riscos das oscilações dos preços BM&FBOVESPA. Os autores utilizaram um modelo de *hedge* simultâneo do risco de preços e taxa de câmbio, para calcular diferentes métodos de operação de *hedge*. Concluíram que o *hedge* simultâneo de risco de preços e taxa de câmbio reduz mais o risco da receita total do que apenas o *hedge* de preços. Sendo assim, a mitigação do risco de taxa de câmbio em conjunto com o de preços é fundamental para uma gestão estratégica dos exportadores de *commodities* (SOUZA; MARTINES-FILHO; MARQUES, 2011).

Bodnar *et al.*, (2013) analisaram práticas de gestão de risco entre empresas não-financeiras italianas. A pesquisa examinou-se o uso de derivativos de moeda e taxa de juros, verificando as seguintes características: moeda, tamanho da empresa, localização geográfica, classificação, indústria, acesso a mercados de capital e gestão instruída. A contribuição da pesquisa por meio de regressões logísticas, apontou o uso de contratos de derivativos pelas empresas não-financeiras italianas são fortemente influenciados por características apresentadas (BODNAR *et al.*, 2013).

Já os autores Harzer *et al.*, (2014) explicaram os coeficientes da razão ótima de *hedge*, por meio do *hedge* da variância mínima. A pesquisa analisou os contratos futuros negociados na BM&FBOVESPA. Constatou que, os coeficientes foram calculados por prazos fixos de duração do *hedge*, a eficiência máxima foi constatada com vencimento de 60 dias, com efetividade de 99,28% e a mínima para o período de 240 dias, com 95,62%. Nesse sentido, para o período estudado, a efetividade de *hedge* consistiu-se em razão ótima para o mercado (HARZER *et al.*, 2014).

Diante do exposto, diversos autores têm aplicado a teoria do *hedge*, dando ênfase a derivativos, para analisar como o *hedge* protege o ativo financeiro contra o risco na oscilação do preço no mercado futuro. Tais estudos possibilitou a caracterização e aplicação do *hedge* no mercado brasileiro. Assim, a revisão de literatura a seguir, apresentam algumas pesquisas que abordaram a

operação de *hedge* em *commodity* no mercado brasileiro, como uma forma de diminuir o risco na comercialização.

3.2.3 Operação de *hedge* em aplicado em *commodity* agrícola no Brasil.

Diversos pesquisas acadêmicas, analisaram a operação de *hedge* no mercado brasileiro, para verificarem a necessidade de proteção contra as constantes oscilações de preço. Tais pesquisas tem o intuito de compreender o gerenciamento do risco do preço de *commodity* agrícola no Brasil.

Os estudos observaram as operações de *hedge*, mediante a aplicação do método do Mínimos Quadrados Ordinários - MQO apresentados por Ederington (1979) e Myers e Thompson (1989), para estimar um nível de efetividade das variáveis dos preços à vista e futuro em *commodity* brasileira (FILENI; MARQUES; MACHADO, 1999; OLIVEIRA NETO; FIGUEIREDO; MACHADO, 2009; SILVEIRA; CRUZ JUNIOR; SAES, 2012; SILVA; OLIVEIRA NETO; MACHADO, 2016; SANTOS; MAIA, 2016; PINHO *et al*, 2017; CAPITANI *et al.*, 2018).

Com base na razão ótima e efetividade de *hedge*, pode-se mencionar o estudo de Fileni, Marques, e Machado (1999), sobre as operações de *hedge* na *commodity* do café em Minas Gerais, para verificar os agentes de mercado e especuladores, usando contratos futuros da BM&FBOVESPA. Aplicaram operações *hedge* a uma posição de mínima variância onde substituíram o risco de preço pelo risco de base, no qual resultou em uma significativa redução do risco e da variabilidade do preço. Concluíram, que o contrato futuro foi considerado eficiente para o controle do risco de preço (FILENI; MARQUES; MACHADO, 1999).

Ainda no que concerne a pesquisa sobre operações de *hedge*, os autores Oliveira Neto, Figueiredo e Machado (2009), por sua vez, analisaram as operações de *hedge* do milho no mercado futuro da BM&FBOVESPA do Estado de Goiás, entre o período de 2002 a 2006. Aplicaram o modelo de Myers Thompson (1989) como parâmetro para a análise das operações de *hedge*. Concluíram, que a raiz unitária, inferiu que ambas as séries são estacionárias na

primeira defasagem ($P=1$). Ou seja, a efetividade das operações de *hedge* do milho, diminuiu o risco em 70% (OLIVEIRA NETO; FIGUEIREDO; MACHADO, 2009).

Nesta mesma linha de pesquisa, o estudo de Silveira, Cruz Junior e Saes (2012), no que diz respeito, derivativos entre os cafeicultores brasileiros. Verificaram quais fatores interferem na decisão de compra e venda nos mercados da BM&FBOVESPA e ICE Futures. Utilizaram a metodologia de Myers e Thompson (1989), para calcular as razões ótimas de *hedge*. A pesquisa concluiu, que os fatores que influenciaram o uso dos contratos foram grau de aversão ao risco de preço, tamanho da produção, nível de conhecimento sobre derivativos e dimensão pela qual se entende que tais instrumentos levam à maior estabilidade da receita da atividade (SILVEIRA; CRUZ JUNIOR; SAES, 2012).

O estudo de Franco; Oliveira Neto; Machado (2016), analisaram a mitigação do risco dos preços etanol hidratado do mercado à vista para os estados de Pernambuco e Alagoas, para tal, utilizou-se séries temporais de 2010 a 2013. A partir dos dados, calculou-se o valor base, a razão ótima e a efetividade de *hedge*, por meio de Myers e Thompson (1989). Concluíram que as operações de etanol hidratado produzidos minimizam 16% nos estados em análise, ou seja, as operações não são efetivas, pois não reduz o risco de preços (FRANCO; OLIVEIRA NETO; MACHADO, 2016).

Por outro lado, os autores Silva, Oliveira Neto e Machado (2016), verificaram a efetividade das operações de *hedge* do açúcar na BM&FBOVESPA para os estados de São Paulo, Minas Gerais, Alagoas e Pernambuco, entre os períodos de 2007 a 2014. Foi utilizado a estatística descritiva, cálculo da base e risco de base, estimação da razão e efetividade de *hedging* de pela aplicação do modelo de Myers e Thompson (1989). Os resultados apontaram que o mercado futuro do açúcar é efetivo na mitigação do risco de preços dos mercados à vista do açúcar apenas para os estados de São Paulo e Minas Gerais (SILVA; OLIVEIRA NETO; MACHADO, 2016).

Já os autores Santos e Maia (2016), buscou-se aplicar o Modelo de Variância Mínima, estimado por Mínimos Quadrados Ordinários-MQO, no período entre 2010 a 2015, devido ao lançamento dos contratos futuros de etanol hidratado com liquidação financeira na BM&FBOVESPA. Os resultados evidenciaram que as efetividades de *hedge* com o ativo subjacente e *cross hedge* nestes mercados não seriam adequadas como uma alternativa de proteção ideal aos agentes de mercado, uma vez que a relação ao etanol spot com o seu ativo subjacente negociado no mercado futuro e o Açúcar n. 11, é praticamente nula e que apenas 1% da comercialização do produto no mercado spot deveriam ser fixados em contratos futuros do Açúcar n. 11 na ICE Futures e 4% em contratos futuros do etanol hidratado negociado na BM&F Bovespa (SANTOS; MAIA, 2016).

Pinho *et al.*, (2017), buscou comparar estatisticamente a performance (eficiência) de seis modelos para o cálculo da razão ótima de *hedge* no mercado Futuro de Boi Gordo brasileiro: Mínimos Quadrados Ordinários, BEKK, DCC de Tse e Tsui (2002), DCC de Engle e Sheppard (2001), Beta de Correlações Variantes no Tempo e o Beta Incondicional. As razões foram estimadas para os log-retornos das séries de preços diárias e mensais de boi gordo à vista e futuro, no período de 2000 a 2014. Para séries mensais, conclui-se que o BEKK, seguido do Beta Incondicional são os melhores modelos quando se trata de redução de variância e maximização do Índice de Sharpe (PINHO *et al.*, 2017).

Capitani *et al.*, (2018) esta pesquisa avaliou o grau de integração nos mercados de etanol dos EUA e Brasil, investigando a existência de um preço como referência internacional que possa servir de base aos agentes dessa cadeia produtiva. Em geral, os resultados indicaram que tais mercados possuem baixo grau de integração, respondendo majoritariamente a variáveis domésticas. Além disso, evidenciam-se uma baixa eficiência na operação de *hedge* cruzado com contratos futuros de etanol em outras bolsas, sugerindo, portanto, uma baixa integração dos preços no mercado internacional (CAPITANI *et al.*, 2018).

Diante deste contexto, com a finalidade de fundamentar teoricamente e entender mais sobre a operação de *hedge* em *commodities* agrícolas, o quadro

3.2.3.1 apresentam as operações *hedge* mediante o risco de base, a razão ótima e efetividade.

O *Hedge* é toda operação estruturada no qual tem como objetivo a redução de risco de perda nas oscilações de preços, durante a venda ou compra de uma *commodity* brasileira (OLIVEIRA NETO; FIGUEIREDO; MACHADO, 2009; SILVEIRA; CRUZ JUNIOR; SAES, 2012; SILVA; OLIVEIRA NETO; MACHADO, 2016; SANTOS; MAIA, 2016).

QUADRO 3.2.3.1 – Operações de *hedge*

Operações	Descrição	Equação
Risco de base	é a diferença de preço do local de origem e a cotação do derivativo negociado na Bolsa.	$B_1 = S_1 - F_1$
Razão de ótima	é a razão entre a covariância do preço à vista e variância do preço futuro.	$h^* = p \frac{\sigma_S}{\sigma_F}$
Efetividade do <i>hedge</i>	é a redução percentual da variância do retorno a partir da decisão de <i>hedging</i> , para tal utiliza-se o quadrado do coeficiente da correlação dos preços à vista e futuro	$p^2 = h^2 \frac{\sigma_F^2}{\sigma_S^2}$

Fonte: Adaptado de Hull (2016) e Franco; Oliveira Neto; Machado (2016).

O risco de base pode ser definido como a diferença do preço à vista e a cotação do mercado futuro para determinado mês de vencimento (HULL, 2016; HARZER *et al*, 2014; FILENI; MARQUES; MACHADO, 1999).

Diante deste conceito, Hull (2016, p.58), apresenta alguns motivos para que a operação *hedge* não seja perfeita na prática, como:

1. O ativo cujo preço é *hedgado* pode não ser exatamente o mesmo que subjacente ao contrato futuro;

2. O *hedge* pode não saber com certeza a data exata em que o ativo será comprado ou vendido;

3. A operação pode exigir que o contrato futuro fosse encerrado bem antes de sua data de vencimento.

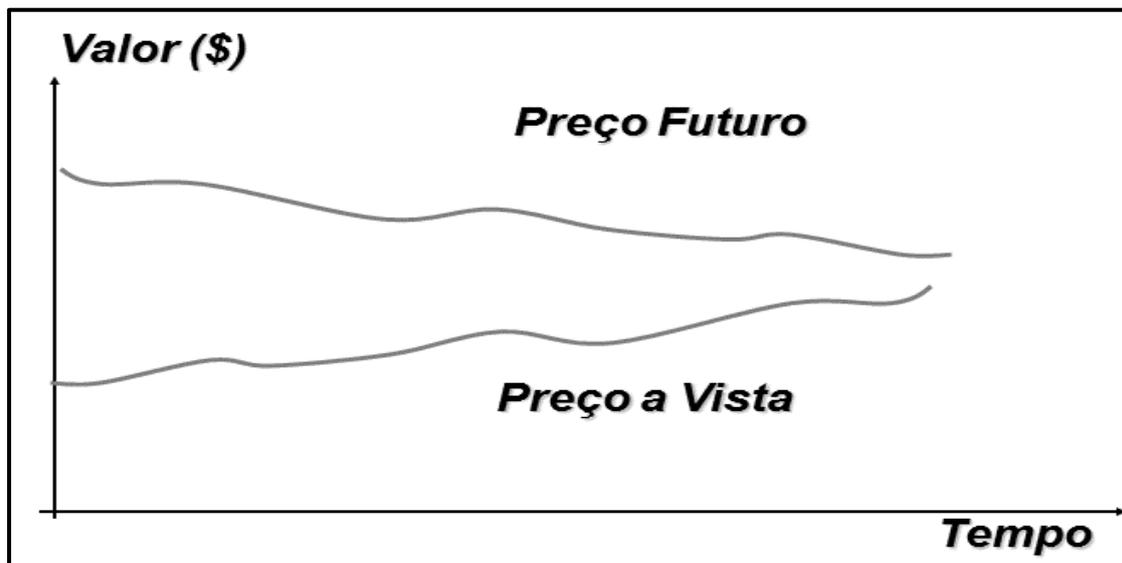
Para tanto, é possível verificar que o preço à vista pode ser superior (inferior) ao seu correspondente preço futuro (HULL, 2016; SILVA *et al*, 2015). Assim, a base será positiva (negativa) (HULL, 2016).

No que concerne à base, o ativo a ser *hedgado* e o ativo subjacente do contrato futuro são os mesmos, a base deve ser zero na expiração do contrato futuro. Desta forma, antes da expiração, a base pode ser positiva ou negativa (HULL, 2016).

Outro aspecto a mencionar, é quando o preço à vista tem um preço maior do que o preço futuro. Sendo assim, à medida que o futuro apresente uma queda maior do que o preço à vista pode ocorrer um fortalecimento da base. Quando ocorre um fortalecimento da base, beneficia os *hedgers* que estiverem vendendo em contratos futuros (HULL, 2016; SILVA *et al.*, 2015).

Conseqüentemente, quando o preço futuro tiver um crescimento maior do que o do preço à vista, a base reduz, ou seja, sofre um enfraquecimento (HULL, 2016). Como pode ser observado na figura 3.2.3.1.

FIGURA 3.2.3.1 – Variação da base com o tempo



Fonte: Adaptado de Hull (2016, p. 59).

A figura 3.2.3.1 ilustra a relação entre preços à vista e futuro, com aproximação do mês de vencimento. Onde o preço do produto à vista no mercado local superar o preço do mercado futuro, considerando o fortalecimento da base. Por outro lado, quando o preço no mercado à vista local for menor que o preço no mercado futuro, sofre um enfraquecimento da base (HULL, 2016).

A razão de ótima de *hedge* é definida como a razão entre a covariância do preço à vista e variância do preço futuro (HULL, 2016; HERZER *et al.*, 2014; OLIVEIRA NETO; FIGUEIREDO; MACHADO, 2009). Nesse sentido, a razão é dada pelo produto do coeficiente de correlação entre as séries temporais e a razão entre os desvios-padrão (HERZER *et al.*, 2014). Diante deste contexto, Hull (2016), apresenta a seguinte equação.

$$h^* = p \frac{\sigma_S}{\sigma_F} \quad (2.1)$$

A equação 2.1, pode-se ver que o h^* é a razão de *hedge*, o p é coeficiente de correlação entre o preço à vista e o preço futuro, o σ_S e desvio-padrão do preço à vista e σ_F e o desvio-padrão do preço futuro. Logo, se $p=1$ e o $\sigma_S = \sigma_F$, a razão ótima de *hedge*, h^* , será 1,0, isto é justificado, porque o preço futuro espelha-se no preço à vista (HULL, 2016; SOUZA; CUNHA; WANDER, 2012).

Quanto a efetividade do *hedge*, é denominada como a redução percentual da variância do retorno a partir da decisão de *hedging*, para tal utiliza-se o quadrado do coeficiente da correlação dos preços à vista e futuro (HERZER *et al.*, 2014; OLIVEIRA NETO; FIGUEIREDO; MACHADO, 2009; FILENI; MARQUES; MACHADO, 1999).

Em outras palavras, a efetividade do *hedge*, é explicada da seguinte forma, quanto maior for a correlação, maior será a redução do risco e a efetivação do *hedge*, ou seja, a efetividade é correspondente a minimização do risco (OLIVEIRA NETO; FIGUEIREDO; MACHADO, 2009).

$$p^2 = h^2 \frac{\sigma_F^2}{\sigma_S^2} \quad (2.2)$$

A equação 2.2, é referente a efetividade de *hedge*, onde o σ_S e σ_F são os desvios-padrão, p o coeficiente e h a razão ótima (HULL, 2016). Nesse sentido, os parâmetros p , σ_S e σ_F , são estimados a partir dos dados históricos de ΔS e ΔF , no qual a hipótese implica de que o futuro terá padrão de comportamento igual ao passado (SOUZA; CUNHA; WANDER, 2012; OLIVEIRA NETO; FIGUEIREDO; MACHADO, 2009).

Sendo assim, ao escolher o número de intervalos de tempo iguais, mas não for coincidentes, deve-se observar os valores ΔS e ΔF de cada um deles, (SOUZA; CUNHA; WANDER, 2012). Isto porque, o ideal é que cada intervalo de tempo deve ser o mesmo intervalo de tempo para o qual se deseja efetivar o *hedge* (HULL, 2016).

Myers e Thompson (1989) apresentaram uma equação 2.3, com o intuito elaborar um cálculo da razão ótima e efetividade de *hedge* mais concisos, onde, conduziam a transformação das séries em estacionárias na primeira diferença, tornando os resultados das regressões mais eficazes (OLIVEIRA NETO; FIGUEIREDO; MACHADO, 2009).

$$\Delta S_t = \alpha + \delta \Delta F_t + \sum_{i=1}^p \beta \Delta S_{t-i} + \gamma \Delta F_{t-1} + \mu_t \quad (2.3)$$

A equação elaborada por Myers e Thompson (1989) transformou as séries para extinguir o problema de não estacionariedade, fator comum presente em séries agrícolas, e incluir termos desfasados no mercado à vista e futuro (HERZER *et al.*, 2014; SOUZA; CUNHA; WANDER, 2012; OLIVEIRA NETO; FIGUEIREDO; MACHADO, 2009).

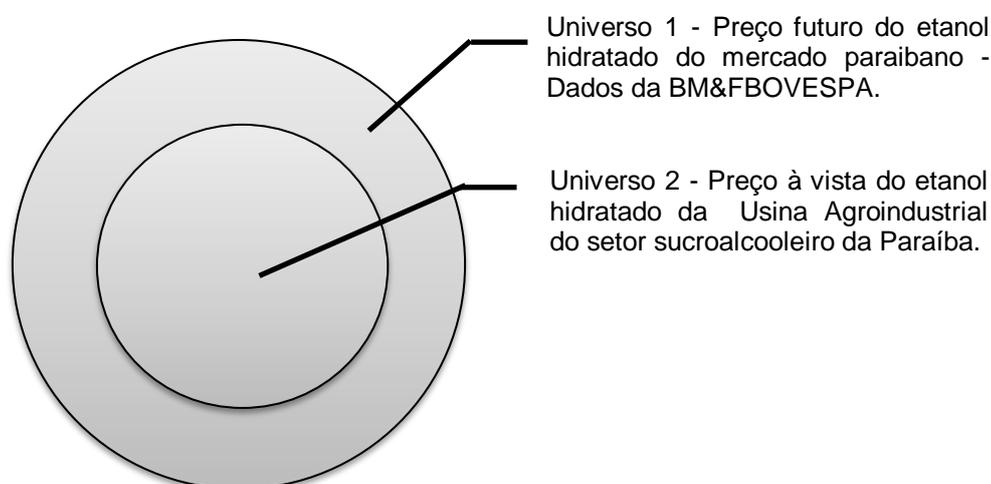
Nesse sentido, para o alcance do objetivo deste estudo, considerando-se a operação de *hedge* e a metodologia de Myers e Thompson (1989), a pesquisa seguiu a seguinte metodologia.

3.3 METODOLOGIA

Esta pesquisa, tem como escopo analisar a operação de *hedge* do etanol hidratado no setor sucroalcooleiro no estado da Paraíba. Sendo assim, o estudo apresenta um enfoque exploratório e descritivo com uma abordagem quantitativo com aplicações econométricos, a fim de analisar empiricamente o estudo de caso (MOTTA-ROTH; HENDGES, 2010). Desde modo, esta fase incluiu uma investigação com análise de precisão e controle estatístico, com a finalidade de fornecer dados para verificar o objeto em estudo.

3.3.1 Universo de estudo, caracterização da amostra e sujeito da pesquisa

O cenário do presente estudo, teve como ponto de partida os levantamentos dos dados das séries temporais do preço do Etanol Hidratado - ETH, junto a uma Usina Agroindustrial do setor sucroalcooleiro localizado na região metropolitana de João Pessoa, no estado da Paraíba e a Bolsa de Mercadorias e Futuros – BM&FBOVESPA, como mostra a figura 3.3.1.2.

FIGURA 3.3.1.2 – Universo da coleta de dados

Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Quanto ao sujeito da pesquisa, o universo 1, buscou-se a séries mensais do preço futuro Etanol Hidratado - ETH, mediante o sistema de recuperação de informação da BM&FBOVESPA, no qual foi elaborado utilizando-se o vencimento do contrato aberto do da cotação do preço ETH do mercado interno paraibano, isto é, a medida que um contrato se vencia, utilizou-se as cotações do próximo vencimento.

O universo 2, empregou-se a coleta das séries de preço à vista Etanol Hidratado-ETH de uma usina do setor sucroalcooleiro. Para a escolha da empresa desta pesquisa, utilizou-se como critério: 1) estudo de campo; 2) ser produtora de ETH; 3) localizada na Paraíba e 4) permitir pesquisa acadêmica.

Dentre as nove usinas operantes no setor sucroalcooleiro na Paraíba, a Usina Agroindustrial (adotou-se esse nome para preservar a identidade da empresa), foi a escolhida devido atender os critérios de escolha e deter cerca de 30% da produção no estado da Paraíba. Sendo assim, adotou-se uma amostragem não probabilística por conveniência e intencional.

3.3.2 Descrição dos Dados

Esta pesquisa, obteve-se séries temporais do preço Etanol Hidratado – ETH do mercado paraibano. Para tanto, busco-se os dados históricos dos preços à vista do Etanol Hidratado - ETH junto a Usina Agroindustrial e o dados históricos dos preços do contratos futuros da Bolsa de Mercadorias e Futuros – BM&FBOVESPA, como aponta a tabela 3.3.2.1 a seguir.

TABELA 3.3.2.1 – Base de dados do Etanol Hidratado – ETH da Paraíba

Ativos - Código	Período amostral		Número de observações
	Início	Final	
À vista	30 de Setembro de 2013	29 de Setembro de 2018	55
Futuro	30 de Setembro de 2013	29 de Setembro de 2018	55

Fonte: Usina Agroindustrial (2018) e BM&FBOVESPA (2018).

De acordo com a tabela 3.3.2.1, a coleta de dados primários obteve-se mediante o fornecimento das séries diárias da venda do ETH, pela Usina Agroindustrial entre o período de setembro de 2013 a setembro de 2018. Entretanto, a obtenção do resultado desta pesquisa fez-se necessário calcular a média aritmética, para encontrar a média do preço de venda mensal, onde obteve-se um total de 55 observações, para tanto utilizou-se o *software Excel*.

Quanto a coleta de dados públicos do preço do mercado futuro ETH, alcançou-se por meio BMF&BOVESPA, as séries mensais do ETH vigentes no mercado futuro da paraíba (BM&FBOVESPA, 2018). O período de coleta foi coincido com as informações obtidas da Usina Agroindustrial com o fim de confrontar as informações.

3.3.3 Tratamento dos Dados

Os procedimentos técnicos utilizadas, para analisar a operação de *hedge* na comercialização do Etanol Hidratado – ETH do estado da Paraíba, foi

administrados através da: estatística descritiva; teste de estacionariedade das séries temporais por meio do teste raiz unitária aumentada de *Dickey e Fuller - ADF* (1981) e o teste de cointegração de Johansen e Juselius (1990), e a mensuração da operação de *hedge* como apresenta o quadro 3.3.3.2.

QUADRO 3.3.3.2 – Metodologia conforme o objetivo da pesquisa

Objetivo Geral: Analisar a operação de <i>hedge</i> na comercialização do Etanol Hidratado – ETH do estado da Paraíba.			
Objetivos específicos	1: Descrever o comportamento do etanol hidratado do mercado do estado da Paraíba.	2: Verificar as séries temporais do Etanol Hidratado – ETH do preço à vista da Usina Agroindustrial e o preço futuro da BM&FBOVESPA da Paraíba.	3: Analisar a razão ótima e efetividade <i>hedge</i> das séries temporais Etanol Hidratado – ETH do Estado da Paraíba.
Fonte de informação	- Usina Agroindustrial; - Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F).		
Dados	- Etanol Hidratado – ETH - 55/mensais		
Métodos	- Operação de <i>hedge</i> - Estatística descritiva.	- Teste de Raiz Unitária Aumentado de Dickey–Fuller. - Teste Cointegração de Johansen e Juselius.	- Modelo de Myers e Thompson (1989).
Tratamento e análise dos Dados	- Valor base - Medida de Posição; - Medida de Dispersão; - Teste de <i>Jarque-Bera</i>	- Raiz unitária - Teste do traço - Teste de máximo autovalor	- Razão e a efetividade de <i>hedge</i>
Software	<i>Excel e E-Viens®.</i>		

Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

3.3.3.1 Comportamento das séries históricas do mercado paraibano

Para descrever o comportamento do etanol hidratado do mercado do estado da Paraíba, utilizou-se base média geral e o risco de base da operação

de *hedge* e a estatística descritiva. Para estimar o valor base, aplicou-se a equação 3.4 estabelecida por Hull (2016), que é compreendida pela diferença do preço à vista do etanol hidratado da Usina Agroindustrial e do preço futuro da BM&FBOVESPA.

$$b_1 = S_1 - F_1 \quad (3.4)$$

Em seguida conduziu, a estimativa da média geral do etanol hidratado, para encontrar os períodos de vencimentos dos contratos das séries estudadas. Para tanto, empregou-se a equação 3.5, apresentada por (HULL, 2016):

$$b_{MédiaG} = \frac{1}{n} \sum_n^1 bt, T \quad (3.5)$$

Oliveira Neto, Figueiredo e Machado (2009, p.124), define a equação 3.5, como " $b_{MédiaG}$ o valor da base média para o mês de vencimento (T), o bt, T o valor no período t, para (T), n é o número de bases encontradas no (T) e T: é o mês de vencimento".

Na sequência, calculou-se o risco de base, mediante o desvio-padrão das bases encontradas, conforme a equação 3.6 indicado por Hull (2016):

$$Rb = \sqrt{\frac{1}{n-1}} (\sum bt, T - b_{MédiaG})^2 \quad (3.6)$$

O Rb definido como o risco de base, a $b_{MédiaG}$ o valor da base média para o mês de vencimento (T), quanto bt, T é o valor no período t, para (T), n o número de bases encontradas no (T) do mês de vencimento (HULL, 2016).

Por fim, estimou-se o histograma e estatística descritiva, para verificar a tendência central e as medidas de dispersão das séries do etanol hidratado. Para tal, avaliou-se, a média, a moda e a mediana para analisar a tendência central, quanto a medida de dispersão, foram estimadas pelo o quantis, variância e o desvio padrão.

Além disso, examinou-se a distribuição normal das séries, por meio dos valores mínimo e máximo, a assimetria, curtose e o teste de normalidade de

Jarque-Bera-JB. Conforme, Morais; Stona; Schuck (2016), o teste JB utilizou-se a seguinte fórmula 3.7:

$$JB = \frac{N}{6} \left(S^2 + \frac{(k-3)}{4} \right)^3 \quad (3.7)$$

O teste Jarque-Bera-JB é aplicado sob a hipótese nula da existência de distribuição normal e, a hipótese alternativa seria que os dados não forem distribuídos normalmente (MORAIS; STONA; SCHUCK, 2016). Este teste apontou se as variáveis em questão nesta pesquisa, são distribuídas normalmente ou não.

Sucessivamente, realizou-se os testes de estacionariedade das variáveis analisadas na pesquisa.

3.3.3.2 Teste de estacionariedade temporais

Na sequência, verificou-se as séries temporais do Etanol Hidratado – ETH do preço à vista da Usina Agroindustrial e o preço futuro da BM&FBOVESPA da Paraíba. Neste item, estimou-se as séries temporais Etanol Hidratado – ETH do preço à vista da Usina Agroindustrial e o preço futuro da BM&FBOVESPA da Paraíba, utilizou-se os testes da raiz unitária aumentada de *Dickey e Fuller* – ADF (1981) para detectar o nível de estacionariedade e o teste de cointegração de Johansen e Juselius (1990) para apontar a eficiência de mercado.

Para tal, aplicou-se o teste ADF, para verificar o nível de estacionariedade das séries temporais, por meio da equação 3.8, conforme apresenta (MARGARIDO; JUNIOR, 2006).

$$\Delta y_t = \alpha_0 + \gamma y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta y_{i-1} + \varepsilon_t \quad (3.8)$$

QUADRO 3.3.3.3 – Teste estatístico para análise de séries temporais

Testes Estatísticos	Definição	Equações
Critério de <i>Schwarz</i>	são um critério alternativo ao AIC com basicamente a mesma interpretação, entretanto com penalidade mais alta para o coeficiente extras ou excedentes.	$1n \text{ CIA} = \frac{k}{n} + 1n n + 1n \left(\frac{SQR}{n} \right)$

Fonte: Adaptado de Vogelvang e Franses (2005).

A defasagem é reponsavel pelo impacto a curto prazo. Pode ser determinadas pelos seguintes criterios: Akaike Informationa Criterion – AIC, Schuwarz Bayesian Criterion – SBC e *Durbin-Watson* – DW. Este critérios tem como objetivo fornecerem estimativas futuras (SANTOS; WOLFF; SOUZA, 2013; VOGELVANG; FRANSES 2005). Para este estudo, utilizou-se o Akaike Informationa Criterion – AIC, conforme o quadro 3.3.3.3.

Após constatar a estacionariedade das séries, efetuou-se o teste de cointegração de Johansen e Juselius (1990), para analisar a eficiência de mercado do etanol hidratado a longo prazo, e por meio das estatísticas traço (λ_{trace}) e do máximo autovalor (λ_{Max}), para verificar a significância dos vetores das variáveis.

Os testes, verificaram as retrições da função máxima verossimilhança, basendo-se nos autovalores associados à matriz Π (JOHANSEN; JUSELIUS, 1990).

O teste do traço, avaliou a presença de vetores de cointegração, onde a hipótese nula aponta a existência do vetor (r) de cointegração, no qual é representada matematicamente na expressão (3.9) da seguinte forma, onde o r autovalores (λ) seja diferente de zero, e a restrição pode ser imposta para diferentes valores de r (JOHANSEN; JUSELIUS, 1990).

$$H_0: \lambda_i = 0 \quad i = r - 1, \dots, n \quad (3.9)$$

Assim, a estatística de traço, é representada na equação (3.10), consistem na comparação do valor do logaritmo da função de verossimilhança do modelo sem restrição (JOHANSEN; JUSELIUS, 1990).

$$\lambda_{trace} = -2\log Q = -T \sum_{i=r+1}^n \log(1 - \lambda_i) \quad (3.10)$$

O teste de máximo autovalor (λ_{Max}), da equação (3.11), testa a hipótese nula de r relações de cointegração contra a alternativa de $r + 1$ relações de cointegração.

$$\begin{aligned} LR_{max}(r|r + 1) &= -T \log(1 - c\lambda_{r-1} - b) \\ &= LR_{tr}(r|k) - LR_{tr}(r + 1|k) \end{aligned} \quad (3.11)$$

Após a estimativa deste item, realizou-se o cálculo das operações de *hedge* mediante o modelo de Myers e Thompson (1989), para analisar a razão ótima e a efetividade do etanol hidratado.

3.3.3.3 Razão ótima e Efetividade de *hedge* do etanol hidratado

Para analisar a razão ótima e efetividade *hedge* das séries temporais Etanol Hidratado – ETH do Estado da Paraíba. Estimou-se a razão ótima e efetividade *hedge* das séries temporais Etanol Hidratado – ETH, utilizando os preços à vista da Usina Agroindustrial e os preços futuros da BM&FBOVESPA do Estado da Paraíba, entre o período de 2013 a 2018. Analisou-se a razão ótima e efetividade, empregando o modelo de Myers e Thompson (1989), mediante a equação 3.12.

$$\Delta S_t = \alpha + \delta \Delta F_t + \sum_{i=1}^p \beta \Delta S_{t-i} + \gamma \Delta F_{t-1} + \mu_t \quad (3.12)$$

Onde, ΔS_t é o preço à vista do açúcar e etanol no momento t , δ é a razão de *hedge* ótima (h), o ΔF_t é o preço futuro do açúcar e etanol na primeira diferença, ΔF_{t-1} é o preço futuro do açúcar e etanol no momento $t-i$, ΔS_{t-1} é o preço à vista da *commodity* na primeira diferença no momento $t-i$ e μ_t é o termo de erro (HULL, 2016).

Para o procedimento metodológico, utilizou-se cálculos, tabelas e gráficos, obtidos através da utilização dos softwares: *Microsoft Excel 2010* e *E-Viens 10*, com a finalidade de atingir o objetivo proposto nesta pesquisa.

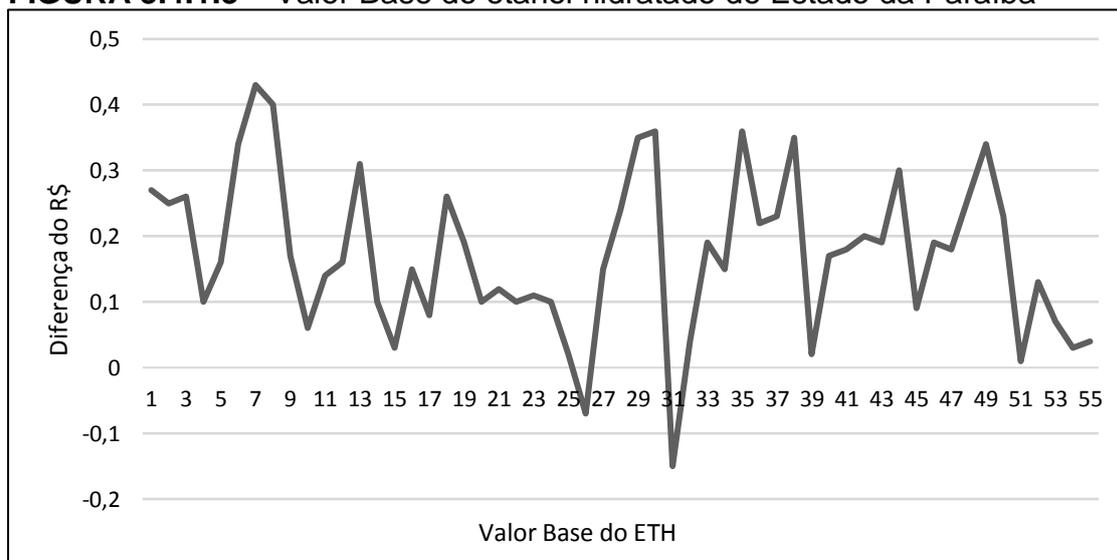
3.4 RESULTADO E DISCURSÕES

Neste tópico foram abordadas as aplicações da metodologia proposta para analisar a operação de *hedge* na comercialização do Etanol Hidratado – ETH do estado da Paraíba, sendo inicialmente, obtidas pelo *Excel* os gráficos dos preços à vista e futuro para compreender o comportamento das séries históricas do mercado paraibano. Na sequência, por meio do software *E-Viens®*, se estimou a estatística descritiva, os testes raiz unitária de Dickey-Fuller e de cointegração para estimar quanto a sua eficiência no mercado, e no encadeamento, analisou a operação de *hedge* do ETH.

3.4.1 Comportamento das séries históricas do mercado paraibano

Para a apresentação dos resultados e discussões da pesquisa, iniciasse com a exposição do comportamento dos preços à vista do etanol hidratado praticado pela usina objeto de estudo, em relação aos preços futuros do etanol hidratado do mercado paraibano aplicado na BM&FBOVESPA.

FIGURA 3.4.1.3 – Valor Base do etanol hidratado do Estado da Paraíba



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da USINA AGROINDUSTRIA (2018) e BM&FBOVESPA (2018).

A figura 3.4.1.3, expõem o valor da base² do etanol hidratado, que corresponde aos valores referentes a diferença do preço à vista praticado pela Usina Agroindustrial e o preço futuros praticado pela BM&FBOVESPA, durante o período de setembro de 2013 a novembro de 2018.

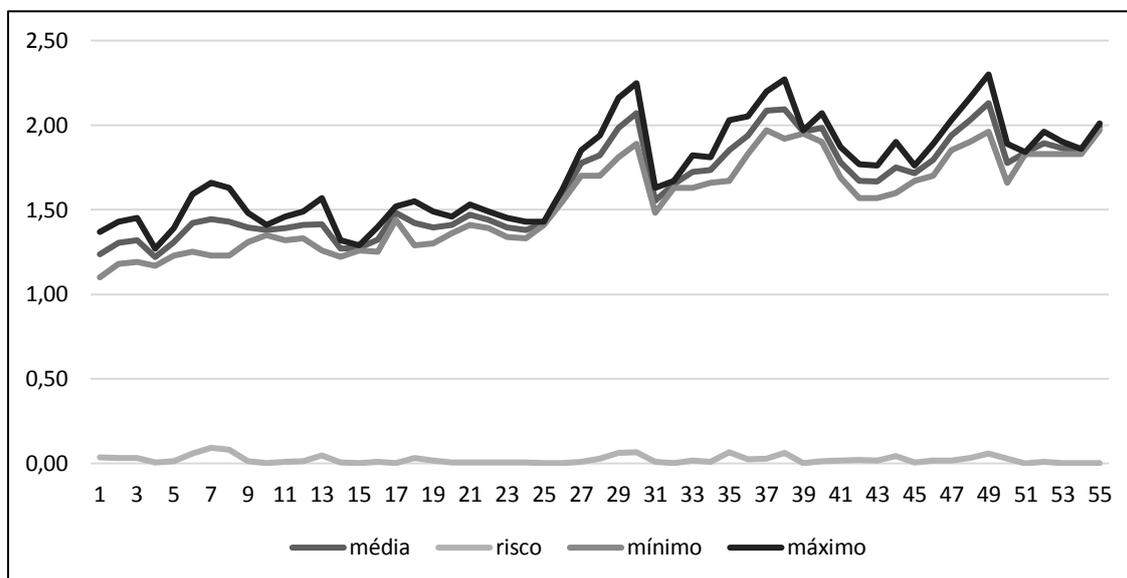
Desse modo, as informações apresentadas na figura 3.4.1.3, apontam que o preço à vista do ETH praticado pela usina tem movimentos oscilatórios com predominância de alta, tendo apenas duas baixas nos preços, durante o período analisado. Notou-se, que a base sempre se encontrava positiva, com uma variação entre (R\$0,01) a (R\$0,43) de 2013 a 2018. Entretanto na safra 2015/2106, houve duas baixas no preço à vista da usina, no qual atingiu (R\$-0,07 a R\$-0,15) abaixo do preço praticado no mercado futuro.

Esta queda de preço na venda do ETH na Paraíba, durante a safra 2015/2016, foram justificados pelas condições climáticas desfavoráveis para a maturação da cana-de-açúcar. Pois durante a safra ocorreu a má distribuição pluviométrica, que resultou em chuvas irregulares no ciclo de desenvolvimento produtivo, o que culminou com a redução de 7,4% no total de toneladas de cana-de-açúcar (CONAB, 2016), que refletiu diretamente na produção do etanol.

A figura 3.4.1.4 apresenta a estimativa da média geral do ETH dos períodos de vencimentos dos contratos das séries no período de outubro de 2013 a setembro de 2018, relatando o comportamento da base. A figura abaixo, é resultante do cálculo do valor da base média, o desvio-padrão da base e o risco de base.

² Valor base: é a diferença de preço do local de origem e a cotação do derivativo negociado na Bolsa (HULL, 2016).

FIGURA 3.4.1.4 – Estatística do etanol hidratado do Estado da Paraíba entre o período de outubro de 2013 a setembro de 2018



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da USINA AGROINDUSTRIA (2018) e BM&FBOVESPA (2018).

Note que a figura 3.4.1.4, descrever os consecutivos parâmetros estatísticos: o valor médio geral apresenta três picos nos valores (R\$ 2,07; R\$ 2,10 e R\$ 2,13) durante fevereiro de 2016 a janeiro de 2018, enquanto o valor durante o tempo do risco oscila entre (R\$ 0,01 e R\$ 0,09). Percebe-se, que ocorreram dois momentos significantes com a maior variação do risco de base: nas entressafras de janeiro a abril dos anos de 2014 e 2016.

Quanto o diferencial³ da base do preço à vista e do preço futuro do ETH, a figura 3.4.1.4 apontou que a distância entre os preços das séries compreendeu durante as safras nos seguintes períodos: setembro a dezembro de 2013; setembro a dezembro de 2015; junho a outubro de 2016 e julho a dezembro de 2017.

Este evento denunciou um período de incerteza durante as safras do ETH, percebe-se que o valor máximo registrado da base é (R\$2,38), enquanto o valor

³ Diferença de base – a distância entre o valor mínimo e máximo da base, isto é, a distância do preço à vista e o preço futuro (OLIVEIRA NETO; FIQUEIREDO; MACHADO, 2009).

mínimo da base foi de (R\$1,10),no qual corresponde que o comportamento da base das séries do etanol, está sujeito à maior risco no período de passagem de entressafra para a safra.

Na sequência, apresenta a estatística descritiva das séries temporais do etanol hidratado. Como pode ser observado na tabela 3.4.1.2, pode-se verificar o comportamento das medidas de tendência central e da volatilidade, assim como a distribuição dos dados dos preços à vista e futuro do período analisado.

TABELA 3.3.4.1.2 – Estatística descritiva dos preços à vista e futuro do etanol hidratado do mercado paraibano

	À vista	Futuro
Média	1,719636	1,576036
Mediana	1,670000	1,600000
Máximo	2,300000	1,970000
Mínima	1,270000	1,100000
Desvio Padrão	0,285624	0,265523
Assimetria	0,331539	0,063187
Curtose	1,950823	1,599584
Jarque-Bera	3,530187 (0,171171)	4,5330934 (0,0103782)
Observações	55	55

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da USINA AGROINDUSTRIA (2018) e BM&FBOVESPA (2018).

De acordo com a tabela 3.4.1.2, é possível verificar que os preços à vista, ficou em torno de R\$1,71 o valor médio, R\$1,27 o valor mínimo e R\$2,30 o valor máximo, enquanto o preço futuro ficou em torno R\$1,57 o valor médio, R\$1,10 o valor mínimo e o R\$1,97 o valor máximo e o desvio-padrão foi respectivamente, R\$0,28 e R\$0,26 centavos em reais.

Quanto o teste de normalidade de *Jarque-Bera-JB*, as séries dos preços à vista e futuro indicaram uma probabilidade pequena, isto e, a hipótese de normalidade deve ser rejeitada. Pois a estatística de *JB* indicou R\$3,53 para o preço à vista e R\$4,53 para o preço futuro, em relação a probabilidade o preço à vista apresentou 17,11% quanto o futuro é 1,03%.

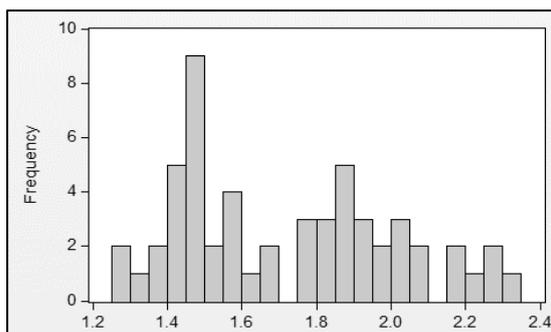
Estes resultados reforça a diferença dos preços à vista e futuro do mercado paraibano, no qual é decorrente da oscilação do preço do etanol, devido a produção e comercialização que ocorrerem durante os períodos da safra e entressafra, assim como as particularidades ligadas aos custos de produção, logísticas e de comercialização (SILVA; OLIVEIRA NETO; MACHADO, 2016).

Os coeficientes de assimetria apresentaram o preço à vista R\$ 0,33 e R\$0,06 o preço futuro, e a curtose R\$ 1,95 o preço à vista e R\$1,59 futuro, indicando que a distribuição dos resíduos dos retornos do etanol hidratado da Paraíba é *leptocúrtica*⁴, conforme mostra a tabela 3.4.1.2.

A figura 3.4.1.5, apresentam o histograma de frequência da distribuição dos retornos dos preços à vista e futuro, indicando caudas de distribuição normal. A figura 3.4.1.5a, indica uma frequência de dois picos de (1,5 e 1,9), com características de duas ilhas distintas, enquanto a 3.4.1.5b, assinala três picos isolados de (1,3; 1,5 e 1,9), com características de agrupamentos separados.

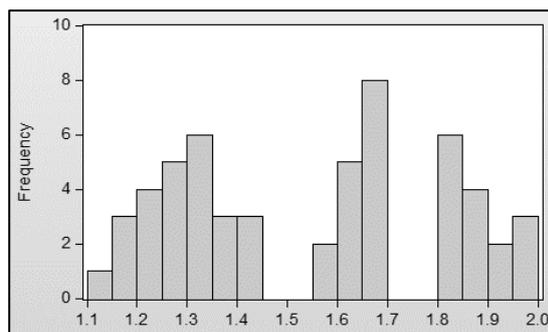
FIGURA 3.4.1.5 – Histograma da frequência do preço à vista da Usina Agroindustrial e preço futuro da BM&FBOVESPA do etanol hidratado da Paraíba

Figura 3.4.1.5a: Preço à vista



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da USINA AGROINDUSTRIAL (2018).

Figura 3.4.1.5b: Preço futuro ETH



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da BM&FBOVESPA (2018).

⁴ *Leptocúrtica* – apresenta uma medida de curtose maior que a distribuição normal (GUJARATI, 2006).

Desta forma, as séries do etanol hidratado disposto nas figuras 3.4.1.5a e 3.4.1.5b, apontaram diversos movimentos oscilatórios com tendência prevalecendo uma variação baixa e alta nos preços do ETH no mercado à vista aplicado pela usina Agroindustrial em relação aos preços da BM&FBOVESPA da Paraíba.

A seguir apresentam a estacionariedade das séries temporais do etanol hidratado do mercado paraibano.

3.4.2 Teste de estacionariedade das séries de preços do etanol hidratado

Para testar a estacionariedade das séries temporais do etanol hidratado, foi realizado um teste raiz unitária aumentado de *Dickey-Fuller* -ADF. O teste ADF conferiu o número de raízes unitárias presente ou não nas séries dos preços à vista e futuro, como mostra a tabela 3.4.2.3.

Para testar o ADF, foram utilizados os seguintes parâmetros: teste no nível, optando por incluir teste equação constante e para calcular o número de *lags*, foi aplicado o critério de informação de Schwarz, com um *lag* máximo de 10.

TABELA 3.4.2.3 – Teste de estacionariedade de Dickey-Fuller Aumentado-ADF do etanol hidratado da Paraíba

Variáveis	Estatística t	P-valor	Valor crítico: 5%
A vista	-2,323694	0,919763	-2,916566
Futuro	-1,1439067	0,983384	-2,916566

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da USINA AGROINDUSTRIA (2018) e BM&FBOVESPA (2018).

A tabela 3.4.2.3, apontam os seguintes resultados estatísticos para a variável à vista da Usina Agroindustrial: estatística $t = -2,32$, é maior que os valores críticos de 5% (-2,91), ou seja, não foi possível de rejeitamos a hipótese nula $H_0: \delta = 0$, o que significa que o preço à vista da usina apresenta um processo não estacionário.

O preço futuro da BM&FBOVESPA do etanol hidratado, apresentou os seguintes resultados: estatística $t = -1,14$, é maior que os valores críticos de 5% (-2,91). Sendo assim, não foi possível rejeitar a hipótese $H_0: \delta = 0$, pois o preço do etanol hidratado do mercado futuro apresenta um processo não estacionário.

Como o valor estatístico $t >$ valor crítico, não foi possível rejeitar a hipótese nula de raiz unitária (DICKEY-FULLER, 1976), isto indica, que as variáveis dos preços à vista e futuro do etanol hidratado do mercado paraibano, apresentam uma raiz unitária com processo não estacionário.

Diante do resultado de ADF, na sequência foi realizado o teste de cointegração de Johansen e Juselius (1990), conforme a tabela 3.4.2.4. O teste de cointegração para os preços à vista da Usina Agroindustrial e preço futuro da BM&FBOVESPA do Estado da Paraíba, utilizou os testes estatísticas de traço (λ trace) e o autovalor máximo (λ máximo), para projetar uma hipótese da presença do vetor de cointegração (r) no vetor cointegração $r+1$.

TABELA 3.3.4.2.4 – Teste de cointegração do etanol hidratado da Paraíba

Variáveis	Autovalor	Λ teste do traço	Teste λ máximo	Valor crítico 5%
À vista	0,089232	4,953769	4,953769	3,841466
Futuro	0,031590	1,701261	1,701261	3,841466

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da USINA AGROINDUSTRIA (2018) e BM&FBOVESPA (2018).

A variável à vista, indicou resultados estatísticos de (λ trace = 4,95) e (λ máximo = 4,95), nos quais são maiores que seu valor crítico (3,84) em uma significância de 5%, apresentando assim que aceita a hipótese nula. Ou seja, a variável do preço à vista do etanol hidratado da usina Agroindustrial é cointegrada.

Quanto a variável futura, apontou resultados estatísticos de (λ trace = 1,70) (λ máximo = 1,70), que são menores que seu valor crítico (3,84) a uma significância de 5%, sugerindo assim a aceitação da hipótese nula de que não há relação de cointegração entre as variáveis.

Portanto, os testes λ trace, e λ máximo, das variáveis do etanol hidratado, indicaram que aceita a hipótese nula para o preço à vista da usina Agroindustrial, ou seja, implica na cointegração ou a existência de um vetor de cointegração.

3.4.3 Análise da operação de *hedge* do etanol hidratado do Estado da Paraíba

Com a finalidade de atingir o objetivo deste estudo, a operação de *hedge* do etanol hidratado da Usina Agroindustrial foi estimada mediante o modelo de Myers e Thompson (1989), a fim de estimar a razão e a efetividade de *hedge*. Tais resultados estão exposto na tabela 3.4.3.5 a seguir.

Os principais parâmetros estatísticos utilizados para a operação de *hedge* foram: critério de Informação de *Akaike* – CIA, o critério de informação de *Schwarz* – CIS e o *Durbin-Watson* – DW

TABELA 3.4.3.5 – Razão ótima de *hedge* pelo modelo de Myers & Thompson

	À vista	Futuro
<i>Hedge</i>	0,209860	0,097785
Efetividade	0,822490	0,822490
Erro padrão	0,097726	0,093764
Estatística t	2,147441	1,042888
Critério de Informação de <i>Akaike</i> - CIA	-1,342627	-1,488512
Critério de informação de <i>Schwarz</i> – CIS	-1,269634	-1,415518
<i>Durbin-Watson</i> - DW	1,348093	0,959398

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da USINA AGROINDUSTRIA (2018) e BM&FBOVESPA (2018).

Conforme se observa a tabela 3.4.3.5, o preço à vista da Usina Agroindustrial, apresentaram a razão ótima ($h=0,209860$), a efetividade de *hedge* ($R^2= 0,822490$), estatística t (2,1447441) com valores os maiores valores para o critério de informação de *Akaike* (-1,342627) e critério de informação de *Schwarz* (-1,269634) e *Durbin-Watson* (1,348093). O valor estatístico *Durbin-Watson* do preço à vista, apresentou próximo a 2, o que indicou que a série de preço não tem problema de auto correlação residual na primeira diferença.

Os resultados para o preço futuro da BM&FBOVESPA, apontaram a razão ótima ($h=0,097785$), a efetividade de hedge ($R^2= 0,822490$), estatística t (1,042888) com valores os maiores valores para o critério de informação de *Akaike* (-1,488512) e critério de informação de *Schwarz* (-1,415518) e *Durbin-Watson* (0,959398). O teste estatístico *Durbin-Watson* do preço futuro, apresentou próximo a 2, o que indicou que a série de preço não tem problema de auto correlação na primeira diferença.

A razão ótima do etanol hidratado do estado da Paraíba, foi aproximadamente de 21% para o preço à vista da Usina Agroindustrial e de 9% para o preço futura da BM&FBOVESPA, não é efetivo na cobertura de risco. Estes resultados indicam que, para minimizar o risco do preço à vista e futuro do etanol hidratado no estado da Paraíba, os investidores devem se proteger mediante as operações do *hedge*.

Comparando aos resultados das pesquisas, Franco; Oliveira Neto; Machado (2016), que analisaram a mitigação do risco dos preços etanol hidratado do mercado à vista para os estados de Pernambuco e Alagoas, para tal, utilizou-se séries temporais de 2010 a 2013. A partir dos dados, calcularam-se o valor base, a razão ótima e a efetividade de *hedge*, por meio de Myers e Thompson (1989). Concluíram que a mitigação de 15% do risco de preços para o etanol nos estados em análise, ou seja, as operações não são efetivas, na cobertura do risco de preços do mercado à vista do etanol.

Dentro deste contexto, os resultados encontrados na presente pesquisa, corroboram com aqueles encontrados Franco; Oliveira Neto; Machado (2016), no que tange a *commodity* do etanol hidratado no mercado à vista da Usina Agroindustrial e o mercado futuro da BM&FBOVESPA, quando afirmam que o mercado de etanol na Região Nordeste não se mostrou efetivo no gerenciamento de risco.

Todavia, esta pesquisa concluiu que a oscilação de preço do etanol hidratado no mercado paraibano, proporcionam um o risco de 21% para o preço

à vista da Usina Agroindustrial e de 9% para o preço futura da BM&FBOVESPA, tornando-se mais viável negocia no mercado futuro.

3.5 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Este item discorre do resumo dos principais resultados encontrados nesta pesquisa. Posteriormente, abordam-se as limitações encontradas no desenvolvimento do estudo e as sugestões para futuras pesquisas sobre a temática.

5.1 Conclusão

Este estudo analisou a operação de *hedge* na comercialização do ETH do estado da Paraíba, mediante as operações de *hedge*. Preferiu-se pôr o setor sucroalcooleiro, devido a sua representatividade no estado Paraibano e na Região Nordeste. E abordou a comercialização do etanol hidratado, devido à ausência de instrumentos de comercialização que favoreçam a estabilidade dos preços na safra e entressafra.

Para verificar a operação de *hedge*, aplicou-se o valor base e base de risco; teste de estacionariedade das séries temporais e a mensuração da operação de *hedge* e a razão ótima e efetividade de *hedge*, aos dados históricos dos preços à vista do etanol hidratado da Usina Agroindustrial e os dados históricos dos preços do contatos futuros foi extraído da Bolsa de Mercadorias e Futuros – BM&FBOVESPA.

Primeiramente buscou-se descrever o comportamento dos dados da pesquisa, utilizou-se base média geral e o risco de base da operação de *hedge* e a estatística descritiva. Apresentaram que na safra 2015/2106, houve duas baixas no preço à vista da usina, no qual atingiu (R\$-0,07 a R\$-0,15) abaixo do preço praticado no mercado futuro. Na sequência, indicou que o período de incerteza ocorre com mais frequência durante a de passagem de entressafra para a safra. Logo, durante este período movimentos oscilatórios com tendência prevalecendo uma variação baixa e alta nos preços do etanol hidratado.

Na sequência, verificou-se a estacionariedade e a cointegração dos preços do Etanol Hidratado – ETH da Usina Agroindustrial e da BM&FBOVESPA da Paraíba. Constatou-se que, variável à vista, indicou uns resultados estatísticos de (λ trace = 4,95) e (λ máximo = 4,95), no qual são maiores que seu valor crítico (3,84) em uma significância de 5%, apresentando assim, que deve aceitar a hipótese nula. Para a variável futuro apontou-se resultados estatísticos de (λ trace = 1,70) (λ máximo = 1,70), que são menores que seu valor crítico (3,84) a uma significância de 5%, sugere a aceitação da hipótese nula. Porém não há relação de cointegração entre das variáveis analisadas. Portanto, os testes λ trace, e λ máximo, das variáveis do etanol hidratado, indicou que aceita a hipótese nula, para o preço à vista da usina Agroindustrial. Pois, implica a existência de um vetor de cointegração.

Por último, analisou a razão ótima e efetividade *hedge* das séries temporais Etanol Hidratado – ETH do Estado da Paraíba, mediante operação de *hedge*. Concluiu-se que a razão ótima do etanol hidratado do estado da Paraíba, foi aproximadamente de 21% para o preço à vista da Usina Agroindustrial e de 9% para o preço futura da BM&FBOVESPA, não é efetivo na cobertura de risco. Estes resultados indicam que, para minimizar o risco do preço à vista e futuro do etanol hidratado no estado da Paraíba, os investidores devem se proteger mediante as operações do *hedge*.

Pois a operação de *hedge* é uma proteção para o investidor minimizar riscos das oscilações de preços. Esta ferramenta tem de auxiliar ao investidor para manter um preço fixo para vender ou compra de seu produto no mercado não varie. Isto porque, é impossível prever o preço futuro de qualquer mercadoria, assim a utilização de *hedge* poderá proteger o investidor contra um aumento rápido de custos operacionais do produto, eliminando assim a possibilidade de perdas futuras.

Nesse sentido, analisar a operação de *hedge* aplicado na *commodity* agrícola, dando ênfase ao Etanol Hidratado – ETH, possibilitou contribuições acadêmicas e práticas. No que tange a contribuição acadêmica, consiste em esclarecer o *hedge* aplicado no setor sucroalcooleiro, ainda marcado pela carência de pesquisas, em especial no mercado paraibano, no qual permitiu

desenvolver investigações fortalecida por conhecimentos sólidos e sistematizados. Pois, a ideia de redução de risco é constante, quando se fala em *hedge* no setor agrícola. Quanto a contribuição prática, reflete sobre a necessidade de aplicar a operação de *hedge*, como uma forma de proteger o produtor do risco das oscilações do preço de *commodity* agrícola no mercado sucroalcooleiro.

5.2 Limitações da Pesquisa

No desdobramento desta pesquisa, apresentou algumas limitações no decorrer da fase exploratória, tais como: literatura referente a operação de *hedge* aplicado no setor sucroalcooleiro paraibano, e restrição ao acesso aos dados históricos das demais usinas operantes nos estados da Paraíba.

Diante das limitações citadas, a pesquisa indica as seguintes sugestões para futuras pesquisas.

5.3 Sugestão para Pesquisas Futuras

A partir deste estudo, identificou-se a necessidade das seguintes pesquisas acerca da gestão de risco no mercado de *commodity* do setor sucroalcooleiro no mercado do Nordeste brasileiro:

1. Realizar estudo sobre a comercialização do açúcar cristal e etanol do estado da Paraíba, em parceria com órgãos governamentais afins, tipo multicasos abordando todas as empresas operantes no estado, a fim de identificar quais estratégias financeiras diminuir o risco na comercialização do açúcar cristal e Etanol Hidratado – ETH do estado da Paraíba.

2. Realizar uma análise comparativa da gestão de risco dos principais produtores da cana-de-açúcar do Nordeste Brasileiro com o mercado paraibano, com o intuito de verificar as principais ferramentas que possibilitam a minimização do risco de perdas na comercialização do açúcar e etanol na região nordeste.

3.6 REFERÊNCIA DO CAPÍTULO

ANP. **AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS**, 2018. *Lista de Usinas*. Disponível em: <www.anp.gov.br>. Acesso em: novembro de 2018.

BM&FBOVESPA.. ***Futuro de etanol hidratado com Liquidação Financeira***, 2018. Disponível em: http://www.b3.com.br/pt_br/produtos-eservicos/negociacao/commodities/futuro-de-acucar-cristal-com-liquidacao-financeira.htm . Acesso em 25 de 10 de 2018

BODNAR, G., et al., Gestão de Risco para Empresas Não Financeiras Italianas: Moeda e Exposição à Taxa de Juros. ***Européia de Administração Financeira***, p.887-910, 11 de out de 2013.

CARMONA, C. et al., Theory of *hedge*: theoretical-empirical issues applied torisk management with derivatives. ***Revista Internacional Contábil***, v.8, p.29-48, abr/jun de 2014.

CAPITANI, D.H.D.; JUNIOR, J.C.C.; TONIN, J.M. Integração e eficiência do *hedge* nos mercados de etanol no Brasil e EUA. ***Contextus***, v, 16, n.1, jan/abr, 2018.

CBOT (Chicago board of trade). ***Apostila Guia de Auto Estudo do Hedge.2005***.

CHANCE, D. ***Essays in derivatives: risk-transfer tools and topics made easy*** (2 ed.). Wiley Finance, 2008.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). ***Acompanhamento da Safra Brasileira de Cana-de-Açúcar/ v.4 - Safra 2017/2018.***, Brasília, 2018. Disponível em: www.conab.gov.br. Acesso em: 10 de nov de 2018.

CARVALHO, P.; FONSECA, M. A mecanização do setor sucroalcooleiro Paraibano: um estudo a partir da teoria de custos evitados. ***Revista livre de sustentabilidade e Empreendedorismo***, v.2, n.1, p.138-164, 2017.

COWLES, A. Can Stock Market Forecaster Forecast? *In Econometrica*, v.1, n.3, p.309-224, jul de 1933.

COWLES, A.; JONES, H. Some a posterior probabilities in stock market action. *Econometrica*, v.5,n.3, p.280-94, 1937.

DICKEY, D.; FULLER, W. Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, v.74, p.427-431, 1979.

DICKEY, D.; FULLER, W. A likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica*, v.49, p.1057-1072, 1981.

ECKWELL, J.; MILGATE, M.; NEWMAN, P. **The new palgrave: a dictionary of economics**. v.2. London: MacMillan, 1987. p.444-449; 627-630.

EDERINGTON, L. The *hedging* performance of the new futures markets. *Journal of Finance*, v.34, p.157-170, 1979.

EITEMAN, D. K. et al. **Administração Financeira e Internacional**. Trad. Vera Pezerico. 9 ed., Porto Alegre: Bookman,. 2002.

ENDERS, W. **Applied econometrics time series**. Em 2 (Ed.). Hoboken: Wiley, 2004.

FARHI, M. Derivativos financeiros: *hedge*, especulação e arbitragem. *Revista Economia e Sociedade*, p. 93-114, dez de 1999.

FILENI, D.; MARQUES, P.; MACHADO, H. O risco de base e a efetividade do *hedge*: para o agronegócio do café em Minas Gerais. *Revista de Administração da UFLA*, v.1, p.42-50, jan/jan de 1999.

FRANCO, F.; OLIVEIRA NETO, O.; MACHADO, W. *Hedging* effectiveness for ethanol of the Pernambuco and Alagoas in futures market of the BM&FBovespa. *Rev. Econ. NE*, v.47, p.49-64, jan/mar de 2016.

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

GONÇALVES, E. Eficiência de *hedging* e taxa ótima de *hedge*: contratos futuros de depósitos interfinanceiros de um dia. **Revista Brasileira de Economia**, v.47,n.4, p. 623-40, out/dez de 1993.

GUIMARÃES, D.; ARAÚJO, G.; BARBEDO, H.. Is it possible to outperform Ibovespa through technical analysis in the futures market? **Revista de Administração Contemporânea**, 15. p.918-930 de Set./Out. de 2011. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-65552011000500008>

HARZER, J. *et al.*, Efetividade do *hedge* de variância mínima no mercado futuro de café negociado na BM&FBovespa. **Revista Custos e @gronegocio**, v.10, p.169-189, jan/mar de 2014.

HICKS, J. **Value and Capital**. 2. Ed. Oxford: (Vol. 2). Oxford:Oxford University Press, p.340, 1939.

HULL, J. C. **Option, Futures, and Other Derivatives** (9 ed.). Bookman, 2016.

JOHANSEN, S.; JUSELIUS, K. Maximum likelihood estimation and inference on cointegration with application to the demand for money. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, v.52, n.2, p.169-209, 1990.

JORION, P. **Value at risk**. São Paulo: Editora da BM&F, 1998

KALDOR, N. (1939). Speculation and economic stability. *Review of Economic Studies*, 7.

KENDALL, M. The analysis of economic time - series, part I. Prices. **Journal of Royal Statistical Society**, v.96, p.11-25, 1953.

KEYNES, J. **General theory of employment, interest and money**. In: *THE COLLECTED writings of John Maynard Keynes*. (Vol. 4). London: MacMillan/St. Martin, 1936.

LEMGRUBER, E.; BECKER, J.; FELÍCIO, R. Seguro dinâmico de portfólio. **Revista Brasileira de Economia**, v.45, n.4, p.629-47, out/dez de 1991.

MARGARIDO, M.; JUNIOR, H. Teste para mais de uma raiz unitária: uso do software sas® na elaboração de uma rotina para o teste dickey-pantula. ***Pesquisa e Debate***, v.17, p.149-170, 2006.

MARQUES, P.; MELLO,P.; MARTINES,F. **Mercados futuros e de opções agropecuárias**. Piracicaba: Dep. de Economia, Administração e Sociologia, Série Didática, n.D-219, 2006.

MORAIS, I.; STONA, F.; SCHUCK, F. ***Econometria Aplicada no EViews***. Porto Alegre, 2016.

MOTTA-ROTH, D.; HENDGES, G. **Produção textual na universidade**. Em D. Motta-Roth, G. R. *Hendges*. São Paulo-SP: Parábola, 2010.

MYERS, J.; THOMPSON, S. Generalized optimal *hedge* ratio estimation American. ***Journal of Agricultural Economics***, v.71, n.4, p.858-857, 1989.

OLIVEIRA NETO, O.; FIGUEIREDO, R.; MACHADO, A. Efetividade de *hedge* e razão ótima de *hedge* para a cultura do milho no estado de Goiás. ***Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional***, v.5, p.115-138, mai/ago de 2009.

PAIXÃO, M; FONSÊCA, M. Etanol na Paraíba: barreiras comerciais e perspectivas de aumento das exportações. ***Revista Econômica do Nordeste***, v.43, n.3, p.585-610, Jul/Set de 2012. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/projwebren/Exec/artigoRenPDF.aspx?cd_artigo_ren=1332. Acesso em: 10 de Nov. 2018.

PENNINGS, J.;EGELKRAUT,T. Research in Agricultural Futures Markets: integrating the Finance and Marketing approach. ***Agrarwirtschaft***, Frankfurt, v.52, n.6, p.300-308, 2003.

PINHO, F.M.; JUNIOR, A.F.A.; CAMARGOS, M.A. Um estudo comparativo de diferentes modelos estatísticos para cálculo da razão ótima de *hedge* no mercado de boi gordo. ***Organizações Rurais & Agroindustriais***, Lavras, v.19, n.3, p.160-176, 2017.

SAITO, R.; SCHIOZER, R. Uso de derivativos em empresas não-financeiras listadas em bolsa no Brasil. **Revista Administração**, v.42, p.97-107, jan/fev/mar de 2007.

SANTOS, R.; MAIA, S. Razão Ótima e efetividade de *hedge* do etanol hidratado nos contratos futuros de commodities sucroalcooleiros. **Brasileira de Administração Científica**, v.7, n.2,p.35-48, abr/jul. de 2016.

SILVA, T.; NETO, O.; MACHADO, W. Gestão do Risco do Preço do Açúcar para os Principais Estados Produtores Brasileiros no Mercado Futuro da BM7FBovespa. **Gestão, Inovação e Negócios**, v.2, n.2, p.13-26, 2016.

SILVEIRA, R.L.F.; CRUZ, J.C.; SAES, S.M., Uma análise da gestão de risco de preço por parte dos produtos de café arábica no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.50, n.3, Brasília, Jul/Set, de 2012.

SINDÁLCOOL (Sindicato da indústria de fabricação do álcool do estado da paraíba). Disponível em: <<http://www.sindalcool.com.br/>>. Acesso em: novembro de 2018.

SOUZA, R.; CUNHA, C.; WANDER, A. Efeitividade e razão ótima de *hedge* para operações de boi gordo em Goiás. **Latam American Journal of Business Management**, p.41-60, jul/dez de 2012.

SOUZA, W., MARTINES-FILHO, J., MARQUES, P. O *Hedge* simultâneo dos riscos de preço e de câmbio da produção de soja em Rondonópolis (MT), utilizando contratos da BOVESPA-BM&F. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v.13, n3, p.403-413, 2011.

TUFANO, P. Who manages risk? An empirical analysis of risk management practices in the gold mining industry. **Journal of Finance**. v. 51, n.4, p 1097-1137, 1996.

UNICA. (2018). *União da Indústria de Cana-de-Açúcar*. Acesso em 04 de Novembro de 2018, disponível em Moagem de cana-de-açúcar e produção de açúcar e etanol - safra 2017/2018: <http://www.unicadata.com.br/historico-de->

producao-e-
moagem.php?idMn=32&tipoHistorico=4&acao=visualizar&idTabela=1984&safra
=2017%2F2018&estado=RS%2CSC%2CPR%2CSP%2CRJ%2CMG%2CES%
2CMS%2CMT%2CGO%2CDF%2CBA%2CSE%2CAL%2CPE%2CPB%2CRN
%2CCE%2CPI%2CMA%2CTO%2CPA%2CAP%.

USDA. Departamento de Agricultura dos EUA. Disponível em:
<https://www.usda.gov>. Acesso:10 de novembro de 2018.

WORKING, H. Futures trading and hedging. *American Economic Review*, v.3,
1953.

VOGELANG, T. J.; FRANCES, H. B. F. Testing for common deterministic trend
slopes. *Journal of Econometrics*, v. 126, n. 1, p. 1-24, 2005.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo analisou a eficiência de mercado e a operação de hedge no setor sucroalcooleiro no estado da Paraíba, mediante a eficiência de mercado e a operações de *hedge*. Preferiu-se pôr o setor sucroalcooleiro, devido a sua representatividade no estado Paraibano e na Região Nordeste. E abordou a comercialização do açúcar cristal e etanol hidratado, devido à carência de instrumentos de comercialização que favoreçam a estabilidade dos preços na safra e entressafra.

Esta pesquisa foi estrutura em dois ensaios. O ensaio 1 – analisou a hipótese de eficiência do mercado do açúcar e etanol da Paraíba, mediante o teste de cointegração. Nos quais obtiveram os seguintes resultados: ao descrever o comportamento das séries do açúcar cristal e do etanol hidratado, concluir que em ambas variáveis diversos movimentos oscilatórios com tendência para baixa e alta nos preços no mercado no período estudado. Quanto, as estacionaridades das variáveis analisadas, apresentaram uma raiz unitária, com estatísticas $t >$ valores críticos, significando que não foi possível rejeitar a hipótese nula $H_0: \delta = 0$, denotando assim uma raiz não estacionária. Em relação ao teste de cointegração das variáveis, obtivesse que não há

possibilidade de cointegração no nível de significância de 5% e 10%, o que confirmou a rejeição da hipótese, ficando assim evidenciado que para ambas variáveis não existe um vetor de cointegração.

Nesse sentido, no ensaio 1, concluiu que, de modo geral, os testes de parâmetro das séries temporais do açúcar cristal e etanol hidratado do mercado paraibano foram logaritmizados, devido evidenciar a não estacionárias dos preços durante o período pesquisado. Entretanto, este teste não confirmou o teste dos parâmetros $\alpha = 0$ e $\beta = 1$. Concluindo assim, que o mercado das *commodities* do açúcar cristal e etanol hidratado da Paraíba são ineficientes.

O ensaio 2 - analisar a operação de *hedge* na comercialização do Etanol Hidratado – ETH do estado da Paraíba, mediante o Myers e Thompson. Nos quais obtiveram os seguintes resultados: ao descrever o comportamento das variáveis analisadas, apresentaram movimentos oscilatórios com tendências baixas e altas nos preços do etanol hidratado. Quanto a estacionariedade e a cointegração dos preços do Etanol Hidratado – ETH da Usina Agroindustrial e da BM&FBOVESPA da Paraíba, constatou-se que, os testes λ trace, e λ máximo, das variáveis do etanol hidratado, indicou que aceita a hipótese nula, para o preço à vista da usina Agroindustrial, devido a existência de um vetor de cointegração. E por fim, a operação de *hedge*, concluiu que para minimizar o risco do preço à vista e futuro do etanol hidratado no estado da Paraíba, os investidores devem se proteger mediante as operações do *hedge*.

Pois a operação de *hedge* é uma proteção para o investidor minimizar riscos das oscilações de preços. Esta ferramenta tem de auxiliar ao investidor para manter um preço fixo para vender ou compra de seu produto no mercado não varie. Isto porque, é impossível prever o preço futuro de qualquer mercadoria, assim a utilização de *hedge* poderá proteger o investidor contra um aumento rápido de custos operacionais do produto, eliminando assim a possibilidade de perdas futuras.

Assim, pode-se concluir nesta pesquisa, que o setor sucroalcooleiro do mercado paraibano, no que tange a comercialização do açúcar cristal e etanol hidratado, que o mercado das *commodities* são ineficientes. E que os produtores

paraibanos devem utilizarem de operação de *hedge*, para se protegerem das oscilações dos preços dos mercados à vista e futuro, na comercialização das *commodities* do açúcar cristal e etanol hidratado.

Para sugestão de trabalhos futuros indica-se o aprofundamento dos temas utilizando outros métodos econométricos, podendo assim averiguar qual método é mais eficiente no setor sucroalcooleiro. Para qualificar ainda mais o estudo, é interessante ampliar a pesquisa na Região Nordeste. Pois é interessante investigar a eficiência de mercado do setor Sucroalcooleiro entre os estados nordestinos, além de verificar as principais ferramentas que possibilitam a minimização do risco de perdas na comercialização do açúcar e etanol.