

EFETIVIDADE DAS OPERAÇÕES DE *HEDGE* PARA O ETANOL DE PERNAMBUCO E ALAGOAS NO MERCADO FUTURO DA BM&FBOVESPA

Hedging effectiveness for ethanol of the Pernambuco and Alagoas in futures market of the BM&FBovespa

Frederico Victor Franco

Administrador de Empresas. Membro/Pesquisador do Grupo de Pesquisa "Inteligência em Finanças e Mercados" - Universidade Federal de Uberlândia, - CNPQ/UFU. fredvictor_itba@hotmail.com.

Odilon José de Oliveira Neto

Bacharel e dDoutor em Administração de Empresas (FGV/SP). eProfessor de Finanças da UFU. professorodilon@yahoo.com.br.

Waltuir Batista Machado

Administrador.e Contador. Mestre em Agronegócio pela Universidade Federal de Goiás (- UFG). Professor de Finanças na Faculdade Alfredo Nasser (UNIFAN). waltuir@unifan.edu.br.

Resumo: Este estudo teve como objetivo verificar se as operações de *hedge* do etanol no mercado futuro da BM&FBOVESPA são efetivas na mitigação do risco dos preços do mercado à vista para os estados de Pernambuco e Alagoas, principais estados produtores da Região Nordeste. Para atingir o objetivo proposto, foram utilizadas as séries temporais de preços mensais futuros e à vista, referentes ao período de fevereiro de 2010 a outubro de 2013. A partir dos dados, calcularam-se o valor da base, o risco de base, a razão ótima e a efetividade do *hedge*. Para a estimação da razão de *hedge* ótimo, foi aplicado o modelo de Myers e Thompson (1989). Os resultados mostraram que as operações de *hedge* do etanol hidratado produzido nos estados de Pernambuco e Alagoas minimizam, aproximadamente, 16% do risco de preços, ou seja, o teste de hipótese sugere que as operações de *hedge* não são efetivas, pois não reduzem o risco de preços dentro de um parâmetro mínimo de mitigação aceitável.

Palavras-chave: *Hedge*; Etanol; Mercado future; Alagoas; Pernambuco.

Abstract: This study aimed to verify the hedging effectiveness of ethanol in futures market of the BM&FBOVESPA in mitigating the price risk of the spot markets for the states of Pernambuco and Alagoas. To achieve the proposed objective, the time series monthly of the futures and spot prices for the period from February 2010 to October 2013 were used. From data, we estimated the basis value, basis risk, the optimal ratio and hedge effectiveness. To estimate the optimal hedge the model of Myers and Thompson (1989) was applied. The results indicate that hedging of the hydrous ethanol produced in the states of Pernambuco and Alagoas mitigates approximately 16% of the price risk, ie, the hypothesis test suggests that the hedging is not effective. This because does not reduce the risk of prices inside a minimum standard of acceptable mitigation.

Keywords: *Hedge*; Ethanol; *Futures Marke*; Alagoas; Pernambuco.

1 INTRODUÇÃO

O conjunto de operações e negócios relacionados às cadeias produtivas agrícolas, em que se incluem a produção, industrialização, distribuição e comercialização, faz parte do setor chamado agronegócio que, segundo dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, em 2015, respondeu por 21,46% do Produto Interno Bruto (PIB) da economia brasileira (CEPEA, 2015).

Nesse patamar, segundo dados da União da Indústria de Cana-de-açúcar (UNICA), em 2015, o setor sucroalcooleiro representou 9% do PIB do agronegócio, com uma média histórica anual de crescimento entre 1975 e 2015 de 7% e, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, com estimativas de crescimento de 25% da área plantada de cana-de-açúcar até 2025, em relação a 2015.

O ambiente brasileiro é considerado ideal para se produzir cana-de-açúcar durante grande parte do ano, em especial, devido às extensas áreas agricultáveis e diferentes climas, o que contribuiu para que o país ocupasse a posição de maior produtor do mundo, com 667 milhões de toneladas de cana-de-açúcar produzidas em 2015, com destaque para a produção de etanol (UNICA, 2016).

O crescimento da demanda de etanol tem sido motivado por incentivos governamentais, como o aumento do teor de etanol na gasolina, bem como o aumento da produção e comercialização de veículos bicombustíveis. Há de se destacar, também, a exportação do etanol para outros países que optaram por utilizá-lo como combustível, o que também elevou o potencial de demanda desse produto.

Apesar da importância do etanol em termos de produção, consumo interno e exportação, os produtores, as indústrias sucroalcooleiras e investidores atuam em um cenário de incertezas com relação ao preço à vista. É nesse contexto que surge a possibilidade do gerenciamento de riscos no mercado futuro, quando são englobadas operações formais de compra e venda da *commodity* por meio de contrato padronizado e por um preço futuro preestabelecido.

Dentre as operações realizadas no mercado futuro, o *hedge* ou “trava” é uma das operações que tem a finalidade de proteger o preço de venda

e mitigar os riscos. Ressalta-se que o uso do *hedge* tem como objetivo a proteção contra a volatilidade dos preços no mercado à vista, além da redução, ao máximo possível, das perdas de valores no momento da comercialização.

O mercado agrícola do etanol vive de incertezas que podem afetar positiva ou negativamente o preço da *commodity*, considerando-se todos os riscos envolvidos na produção de etanol, como as características regionais, aspectos do clima e solo, pragas, logística, transporte, entre outros. Diante disso, surge o questionamento: o mercado futuro do etanol da BM&FBovespa é efetivo na proteção contra as incertezas do preço à vista nos principais estados produtores da região nordeste?

Diante desse contexto, o presente estudo tem como objetivo verificar se as operações de *hedge* do etanol no mercado futuro da BM&FBovespa são efetivas na mitigação do risco dos preços do mercado à vista, para os estados de Pernambuco e Alagoas, os quais, juntos, respondem por, aproximadamente, 45% da produção do etanol na região nordeste do Brasil (UNICA, 2015). O Estado da Paraíba foi descartado da pesquisa devido à carência de dados desse estado referentes às cotações de preços à vista. Ademais, este estudo compreende ainda a análise do risco de base, o cálculo da razão ótima de *hedge* e a efetividade das operações de *hedge*.

2 SETOR SUCROALCOOLEIRO E MERCADO DO ETANOL

O setor sucroalcooleiro é um sistema agroindustrial basicamente estruturado em três níveis. Primeiramente, são feitas as escolhas das terras para plantio e cultivo dos canaviais ou são firmados contratos de longo prazo com produtores rurais para fornecimento da cana-de-açúcar. Posteriormente, é feita a colheita da cana-de-açúcar, a qual é levada ao processo de industrialização, com foco principal na produção de açúcar, etanol hidratado (utilizado em veículos) e anidro (destinado à mistura na gasolina), e a cogeração de energia elétrica para usinas com tecnologia recente. Ao final, é feita a comercialização desses produtos (CENTENARO, 2011).

O setor sucroalcooleiro brasileiro, segundo dados de 2015, da União dos Produtores de Bioenergia, apresenta 407 usinas sucroalcooleiras espalhadas pelo País, estando a maior parte

concentrada no estado de São Paulo (172), seguido por Minas Gerais (42) e Goiás (37). A área plantada de cana-de-açúcar, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2015), para a safra 2015/2016, foi de 9.070,4 mil hectares, sendo 51,7% dessa área plantada e cultivada no estado de São Paulo.

Segundo Herrera et al. (2005), o Brasil possui um dos menores custos de produção total de cana-de-açúcar em comparação a outros países, o que contribui para que o país possa aumentar taxas de oferta de açúcar e etanol e atender demandas de mercados que cresceram provenientes, principalmente, do etanol.

Hernández (2008) sugere que, entre os principais fatos que explicam o aumento da demanda do etanol e a sua importância no mercado, se destaca a necessidade de substituição do petróleo e adesão aos biocombustíveis. A importância desse mercado pode ser observada no crescimento da demanda de combustíveis alternativos e renováveis no Brasil e no mundo, bem como na consolidação da produção e exportação do açúcar brasileiro.

Diante disso, pela elevação das contas de importação provenientes do petróleo e com o objetivo de baixar sua demanda, o governo brasileiro encontrou no etanol a alternativa de crescimento com um combustível renovável e produzido inteiramente no país. A partir daí, o governo incentivou a produção de etanol, iniciada com a implantação do Proálcool, em 1975 (LIRIO; VENANCIO; FELIPE, 2006).

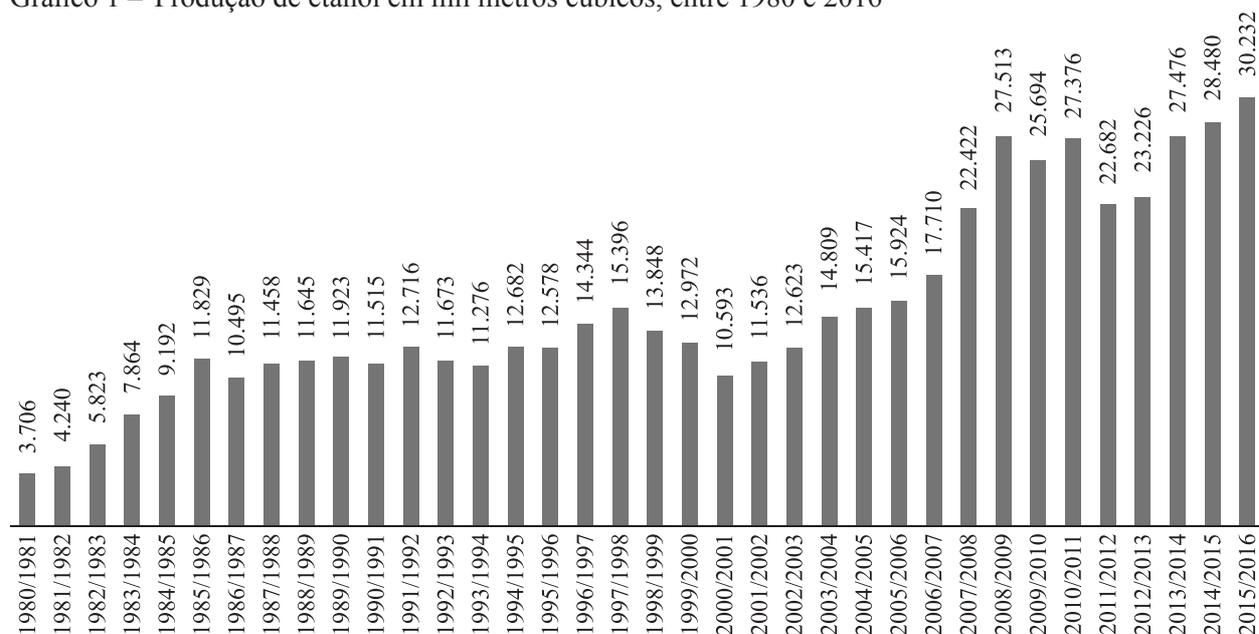
No Gráfico 1 é descrita a evolução e crescimento da produção de etanol desde a implantação do Proálcool.

Com base nesse gráfico, Michellon, Santos e Rodrigues (2008) apontam duas fases de grande crescimento da produção do etanol. A primeira fase é compreendida entre 1980 e 1986, quando o governo determinou a redução do Imposto sobre o Produto Industrializado (IPI) e do IPVA (na época, descrito como Taxa Rodoviária Única) para veículos movidos somente a etanol, e ainda fixou em 20% a taxa de mistura de etanol na gasolina.

A segunda fase, iniciada em 2003, é destacada pelo lançamento no Brasil do veículo bicomcombustível (*flex-fuel*). Aliado a esse fator, ocorreu a determinação do Protocolo de Kyoto, em 1997, cujo objetivo é a redução de emissão de poluentes em 5% e incentivo ao uso de fontes renováveis como o etanol. Esses fatores resultaram no aumento da produção do etanol, cujo crescimento foi da ordem de 139%, entre as safras 2002/2003 e 2015/2016 (ANP, 2013; UNICA, 2016).

Os principais estados produtores de etanol no Brasil, por região, são os seguintes: São Paulo (Sudeste), Goiás (Centro-Oeste), Paraná (Sul) e Alagoas (Norte e Nordeste) que, juntos, são responsáveis por cerca de 70% da produção nacional do etanol. Dentre esses, destacam-se os estados de São Paulo, que produz 48% da produção nacional, e Goiás, que passou a ocupar o segundo lugar no *ranking* em produção de etanol no país (UNICA, 2015). A Tabela 1 apresenta dados sobre o volume de produção de etanol dos principais estados produtores no Brasil, entre as safras 2009/2010 e 2014/2015.

Gráfico 1 – Produção de etanol em mil metros cúbicos, entre 1980 e 2016



Fonte: UNICA (2016).

Tabela 1 – Produção de etanol por estados e regiões (em mil m³)

Estado/Safra	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2014/2015
Alagoas	626	716	673	543	481	555
Bahia	118	127	118	155	174	240
Goiás	2.196	2.895	2.677	3.130	3.879	4.211
Mato Grosso	826	857	844	975	1.104	1.169
Mato Grosso do Sul	1.261	1.849	1.631	1.917	2.231	2.507
Minas Gerais	2.251	2.558	2.084	1.994	2.657	2.727
Paraíba	389	298	357	306	324	421
Paraná	1.885	1.619	1.402	1.299	1.488	1.634
Pernambuco	400	385	358	275	297	350
São Paulo	14.912	15.354	11.598	11.830	13.944	13.723
Região Centro-Sul	23.686	25.385	20.542	21.362	25.575	26.232
Região Norte-Nordeste	2.005	1.992	2.139	1.864	1.901	2.249
Brasil	25.691	27.376	22.682	23.226	27.476	28.480

Fonte: UNICAR (2016).

Segundo a Agência Nacional de Petróleo (ANP), grande parte da produção é destinada ao consumo interno. O Gráfico 2 descreve as vendas do etanol de 2000 a 2013, ressaltando três períodos acentuados de aumento da demanda interna.

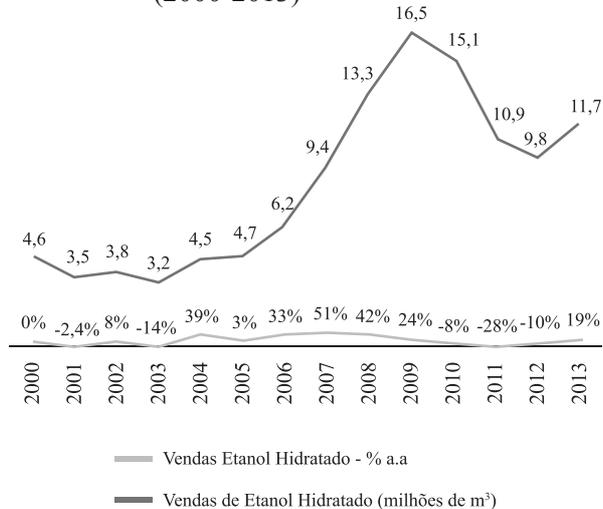
Quanto ao mercado do etanol no Brasil, o período compreendido entre 2000 e 2003 foi marcado, principalmente, por dois aspectos: o primeiro é a baixa venda de veículos movidos a etanol, especialmente, nos anos de 2000 e 2001, quando essa foi de apenas 10.292 e 18.335 veículos, respectivamente; e o segundo refere-se ao aumento do preço do etanol, principalmente, entre julho de 2001 e março de 2003, em que

houve a elevação de 57% no preço. A esse aspecto somam-se a estabilização do preço da gasolina no Brasil, cuja média foi de R\$1,87, e a variação média mensal de aproximadamente 1% no período (ANFAVEA, 2016; ANP, 2016).

Entre 2004 e 2009, percebem-se o crescimento da demanda e o aumento das vendas do etanol no mercado interno, em boa parte, por causa da entrada dos veículos bicombustíveis no mercado e aos preços do etanol, que estavam sendo mais vantajosos que os preços da gasolina na maioria das regiões do país. Em outro patamar, entre 2010 e 2012, a produção interna foi inferior à demanda, influenciada pelas safras de baixa produção, o

que levou à redução da competitividade do etanol frente à gasolina.

Gráfico 2 – Venda de etanol hidratado no período (2000-2013)



Fonte: ANP (2013).

A alta demanda interna, aliada a fatores naturais que afetaram o País na safra de 2011/2012, como as secas prolongadas em diversas áreas do País, chuvas que prejudicaram a colheita da cana e a baixa eficiência de produção, levou o país a importar, em 2011, mais de 1,50 bilhões de litros de etanol, o que representa cerca de 5%

da produção nacional no período de 2010/2011, que foi de 22,6 bilhões de litros. A importação se deu, principalmente, dos Estados Unidos, maior produtor de etanol do mundo, onde a extração do etanol é feita principalmente do milho (UNICA, 2015; CONAB, 2011).

Os Estados Unidos são os principais importadores e exportadores do etanol brasileiro, fato que se credita à extinção, em 2011, da taxa cobrada de U\$ 0,54, por galão de etanol adquirido do Brasil. Após esse fato, a demanda para exportação do etanol aumentou em 184% de 2011 para 2012 (LIRIO; VENANCIO; FELIPE, 2006; UNICA, 2015).

Além disso, sugere-se ainda que outros fatores possam ter contribuído para a elevação do preço do etanol, como o exposto por Michellon, Santos e Rodrigues (2008), que apontam o preço do açúcar comercializado no mercado interno e externo (exportação) como um dos principais fatores influenciadores da variação dos valores.

A Tabela 2 mostra a cotação média anual do preço do etanol calculada com base no preço médio diário por região no Brasil. Pode-se notar que o aumento do preço do etanol, na média brasileira, entre 2006 a 2015, foi em torno de 36,5%.

Tabela 2 – Preço médio do etanol hidratado no Brasil (em R\$/litro)

Região/Ano	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Norte	2,137	1,894	1,9	1,894	2,067	2,303	2,325	2,424	2,567	2,81
Nordeste	1,911	1,718	1,761	1,746	1,899	2,148	2,159	2,297	2,418	2,583
Sudeste	1,531	1,369	1,358	1,405	1,6	1,937	1,876	1,893	1,996	2,174
Sul	1,791	1,554	1,533	1,582	1,762	2,111	2,077	2,076	2,144	2,315
Centro-Oeste	1,846	1,593	1,661	1,675	1,797	2,07	2,002	2,025	2,167	2,273
Brasil	1,634	1,448	1,445	1,485	1,669	1,996	1,943	1,969	2,067	2,230

Fonte: ANP (2016).

Nota: Cálculo ponderado com base nas vendas informadas pelas distribuidoras (ANP, 2016).

Os preços do etanol mostraram variações significativas durante o período. Na Tabela 2, destaca-se a fase compreendida entre 2007 e 2009, em que os preços tiveram pouca variação. A volatilidade dos preços do etanol, teoricamente, é influenciada por diversos fatores, tais como a ascensão do consumo dos carros bicombustíveis, crescimento generalizado do setor sucroalcooleiro, oferta e demanda local, qualidade, clima, pragas, solo, doenças e logística que, hipoteticamente, causam altos riscos e

afetam a precificação de venda no mercado físico, evidenciando, assim, a importância do gerenciamento de riscos de preços (OLIVEIRA NETO; FIGUEIREDO; MACHADO, 2009; ANP, 2013).

3 HEDGE EM MERCADOS FUTUROS

O mercado futuro evoluiu, expandiu e obteve uma ampla cadeia de *commodities*, entre elas, as minerais (ferro, petróleo), as ambientais (créditos de carbono), as financeiras (ações, títulos

públicos e moedas) e as agrícolas (milho, soja, trigo, algodão e boi gordo).

No Brasil, a Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros (BM&FBovespa), instituída em 2008 pela união da Bolsa de Valores de São Paulo e a Bolsa de Mercadorias & Futuros, é o ambiente no qual são intermediadas as operações de compra e venda de contratos futuros (BM&FBOVESPA, 2013).

Castro Junior (2001) descreve que, nos mercados futuros, são realizadas operações formais de compra e venda de ativos ou *commodities* por meio de contratos padronizados, por lote, quantidade, data de compra e venda, moeda e forma de cotação, bem como por um preço futuro preestabelecido. Hardaker et al. (2004) ressaltam que o mercado futuro tem o objetivo de cobrir os custos de produção, minimizando o risco do preço à vista, o qual está diretamente ligado a especulações, ou provendo lucros.

Assim sendo, é nesse mercado que ocorre a junção de interesses de compra e venda de contratos futuros entre agentes econômicos, tendo os especuladores a função vital de dar liquidez ao mercado, e o *hedger*, agente vinculado ao ativo ou *commodity*, busca manter-se seguro contra os riscos de preço que o mercado à vista oferece, por meio do *hedge* (HULL, 2005; CVM, 2007).

Nessa conjuntura, o *hedging* envolve as operações de compra ou venda dos contratos futuros em substituição à posição no mercado físico (à vista), com objetivo de gerenciar o risco do preço contra as incertezas relacionadas ao mercado da *commodity* (MARQUES; MELLO; MARTINES FILHO, 2006)

Fontes, Castro Júnior e Azevedo (2005) e Hull (2005) descrevem que as operações de *hedge* são afetadas pelas variações da base, a qual consiste no resultado da diferença entre o preço à vista na praça produtora e o preço no mercado futuro na data do vencimento do contrato.

De acordo com Fileni, Marques e Machado (1999), a base sofre variações devido às incertezas que afetam diretamente cada região, ou seja, esses valores diferem-se em virtude das particularidades das praças produtoras. Nesse sentido, a estimativa de volatilidade da base até a data do vencimento é definida como risco de base, sendo esse calculado de acordo com a equação (2) do item (4) e se relaciona com as incertezas do mercado físico. Logo, a volatilidade de preços e ajustes são determinantes para os

agentes econômicos e suas respectivas tomadas de decisões.

Nesse sentido, a operação de *hedge* envolve a troca do risco de preço no mercado à vista pelo risco de base gerado pelo *hedging* no mercado futuro. Dessa forma, quanto mais confiável for a utilização do risco de base em substituição ao risco de preço, mais evidente é a importância do mercado futuro (CVM, 2007).

Diante do proposto, ressalta-se a importância de se avaliar o desempenho das operações de proteção no mercado futuro a partir da medida de efetividade de *hedging*, que evidencia a capacidade de cobertura do risco pela negociação de contratos futuros (FILENI; MARQUES; MACHADO, 1999).

3.1 Pesquisa sobre o *hedging* agrícola

No Brasil, vários estudos sobre efetividade de *hedging* de *commodities* agrícolas foram realizados, tendo os principais se concentrado na efetividade do *hedge* sobre o boi gordo, a soja e o café.

Sobre o *hedge* com a *commodity* café no Brasil, destacam-se os estudos de Fileni, Marques e Machado (1999), Pinto e Silva (2001), Nogueira, Aguiar e Lima (2002), Silva, Aguiar e Lima (2003), Fontes, Castro Júnior e Azevedo (2005) e Müller, Moura e Lima (2008).

Importante ressaltar o estudo de Fileni, Marques e Machado (1999), que analisou os preços do café produzido nas principais regiões do Estado de Minas Gerais, com dados diários entre janeiro de 1995 e dezembro de 1998. Nesse estudo, constatou-se a baixa efetividade na cobertura do risco para a região da Zona da Mata e um nível significativo de redução do risco, de 75% e 80%, respectivamente, para o café comercializado no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

Nessa mesma linha de investigação, é importante destacar, ainda sobre a *commodity* de café, o estudo de Fontes, Castro Júnior e Azevedo (2005) realizado entre setembro de 1994 e julho de 2001, em regiões de Minas Gerais e São Paulo, utilizando-se dados diários. Verificou-se, na região de Três Pontas (MG), um baixo risco de base se comparado a outras regiões, ressaltando-se que a efetividade do *hedging* depende das particularidades de cada região.

A *commodity* boi gordo também é objeto de pesquisa de inúmeras investigações sobre *hedge* realizadas no Brasil. Dentre essas investigações, destacam-se as de Perobelli (2005) e Bitencourt, Silva e Sáfadi (2011).

Em particular, Bitencourt, Silva e Sáfadi (2011) afirmam que se deve considerar, nas estratégias de *hedge* do boi gordo, a dinâmica das estimativas e suas respectivas alterações ao longo do tempo. Os autores ressaltam ainda que, caso se subestimem as variações da razão de *hedge*, posições futuras podem ser tomadas, levando à baixa efetividade e consoante redução da proteção do risco das carteiras.

Entre as pesquisas de *hedge* para soja e milho no Brasil, destacam-se os estudos de Silva, Aguiar e Lima (2003); Martins e Aguiar (2004); Santos, Botelho Filho e Rocha (2008); Tonin, Braga e Coelho (2009); Oliveira Neto, Figueiredo e Machado (2009), e; Maia e Aguiar (2010).

Nos estudos relacionados ao mercado da soja, a análise realizada por Maia e Aguiar (2010) inclui a verificação do resultado das estratégias de *hedge* para as dez principais regiões produtoras de soja do Brasil, com contratos futuros de soja da BM&F e CBOT (Chicago Board of Trade), abrangendo os anos de 2001 a 2004. As diferenças entre os mercados foram calculadas para os distintos vencimentos para cada região. Os resultados demonstraram que os *hedgers* de compra têm maiores oportunidades de retornos, mas os riscos envolvidos nas operações de *hedge* de compra também são maiores. Identificou-se ainda que os contratos de soja em grão da CBOT apresentam diferentes retornos em virtude do período de *hedging* e do contrato utilizado.

Nessa mesma linha de análise, mas tendo como objeto de estudo o mercado do milho, Oliveira Neto, Figueiredo e Machado (2009) concluíram que as operações do *hedge* na BM&F para a *commodity* milho do estado de Goiás alcançaram uma efetividade em minimização do risco em torno de 70%, apesar da maior variabilidade dos preços durante a safra. Esse estudo abrangeu o período compreendido entre maio de 2002 e outubro de 2006.

Apesar de ser um dos principais mercados agrícolas do Brasil, o mercado sucroalcooleiro é um dos que apresenta menor volume de estudos relacionados à gestão do risco preços. No que tange à *commodity* açúcar, o trabalho de Raabe, Staduto

e Shikida (2006) estimou e comparou a razão e a efetividade de *hedge* para o açúcar brasileiro na BM&F, na London Stock Exchange (LSE) e na New York Board of Trade (NYBOT). O estudo abrange o período compreendido entre janeiro de 2000 e setembro de 2003. A estimativa da razão de *hedge* ótima foi conseguida pela aplicação do Modelo de Myers e Thompson (1989).

Diante disso, os resultados alcançados pelos testes empíricos realizados por Raabe, Staduto e Shikida (2006) indicaram que a carteira protegida pelo uso dos contratos futuros da BM&F alcançou, aproximadamente, 67% de efetividade, com 0,52 de razão ótima, enquanto que, para LSE, foi de, respectivamente, 2,4% e 0,29. Na Nybot, a efetividade de *hedge* computada foi de 6%.

Entre os pontos mais relevantes verificados na pesquisa de Raabe, Staduto e Shikida (2006), destaca-se a diferença significativa da redução do risco da carteira protegida pelo uso de contratos futuros da BM&F, quando comparadas com o uso de contratos futuros da LSE e Nybot.

Sosnoski e Ribeiro (2012), em seu estudo, analisaram estratégias de proteção de preços do etanol, açúcar e subprodutos, de acordo com as restrições de produção, entre julho de 2000 até fevereiro de 2006. O estudo concluiu que as operações de *hedge* podem ser utilizadas como instrumento para redução de risco para o preço de venda à vista e contratos futuros feitos com a BM&FBovespa.

Alguns estudos internacionais sobre efetividade de *hedging* de *commodities* agrícolas também merecem destaque, em particular, o estudo de Brinker et al. (2009), que apontou a importância da similaridade entre as especificações do contrato e as características do ativo a ser protegido, uma vez que a mitigação do risco pelo uso do contrato futuro do milho (principal matéria-prima destinada à produção de etanol nos Estados Unidos) foi em torno de 50%, o que foi superior ao atingido pelo uso do contrato futuro da soja da Chicago Board of Trade (CBOT).

Sob o mesmo ponto de vista da investigação de Brinker et al. (2009), Houston e Ames (1986) verificaram que a carência de contratos futuros não impedia que o gerenciamento do risco de preços fosse realizado por meio do *hedging* com contratos futuros de diferentes *commodities* agrícolas. Assim sendo, os resultados dos testes

indicaram que a razão de *hedge* ótima com contratos futuros de farelo de soja permitiu uma mitigação do risco de preços do glúten de milho próxima a 92% no mercado à vista.

A cobertura do risco estimada pelo *hedging* no estudo de Houston e Ames (1986) é, inclusive, superior àquela atingida em mercados futuros agrícolas americanos, como verificado na pesquisa de Bera, Garcia e Roh (1997). Essa pesquisa estimou uma cobertura do risco de preços igual a 77% para o milho e 70% para a soja no Estado de Illinois, Estados Unidos, com a razão de *hedge* de variância mínima com contratos futuros dessas *commodities* na CBOT.

Diferentemente dos estudos anteriormente citados e já realizados, este estudo visa avaliar uma importante *commodity* brasileira, especificamente, o etanol, analisando as principais praças produtoras da região nordeste, direcionando-se, principalmente, para a gestão do preço de comercialização e a possibilidade de cobertura do risco na BM&FBovespa a partir do contrato futuro do etanol.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente estudo se caracteriza como descritivo do tipo quantitativo e busca estabelecer uma relação de causa e efeito entre as variáveis para atingir o objetivo proposto.

A pesquisa teve início com o levantamento das séries de preços médios futuros na BM&FBovespa e à vista, sendo a ordem de exposição dos preços do etanol nos estados definida pelo volume de produção de etanol para os estados de Pernambuco e Alagoas, no período de fevereiro de 2010 e outubro de 2013.

As séries de preços à vista e futuros são cotadas em reais, por metro cúbico (R\$/m³), e foram obtidas no endereço eletrônico do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea) da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq), da Universidade de São Paulo (USP). Ressalta-se que, nos preços disponibilizados, não são contabilizados o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) e o frete.

Em relação aos preços futuros do etanol, a praça do indicador utilizado para o etanol hidratado da Esalq/BM&FBovespa é o município de Paulínia (SP), maior centro de distribuição e

armazenamento de etanol combustível do Brasil. Esse indicador refere-se à média ponderada dos preços dos negócios concluídos pelas principais distribuidoras e unidades produtoras em estudo (BM&FBovespa, 2013).

As séries temporais de preços à vista e futuros do etanol hidratado foram transformadas em logaritmos e, em seguida, foram organizadas, formando séries temporais. Posteriormente, o teste da raiz unitária aumentado de Dickey e Fuller (1981) foi aplicado às séries de preços à vista e futuros, com a finalidade de verificar a presença ou não da raiz unitária e apontar a ordem de integração entre as séries, passos importantes para consecução do teste da hipótese de efetividade do mercado futuro na mitigação do risco.

Com a finalidade de analisar o comportamento e as respectivas diferenças entre os preços à vista e futuros, foram, inicialmente, estimados a base média geral e o risco de base para os quatro estados que fazem parte desse estudo. Assim como nos estudos de Fontes, Castro Júnior e Azevedo (2005) e Oliveira Neto, Figueiredo e Machado (2009), as principais estimativas foram obtidas pela aplicação das equações (1) e (2), a seguir:

$$b_{MédiaGera} = \frac{1}{n} \sum b_{t,T} \quad (1)$$

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

Os dados dos preços futuros e à vista do etanol hidratado foram organizados, formando séries temporais, com o objetivo de detectar o nível de estacionariedade de todas as séries presentes nos quatro estados, a partir do teste da raiz unitária aumentado de Dickey e Fuller (1981), utilizando os cálculos das funções de autocorrelação analisando em nível e primeira diferença.

Uma vez estimados a base, o risco de base e a estacionariedade das séries, que são parte dos objetivos específicos propostos neste trabalho, o estudo segue em direção ao objetivo principal, com a mensuração da razão de *hedge* ótima estimada a partir da aplicação do modelo de Myers e Thompson (1989) que é representado pela equação (3):

$$\Delta S_t = \alpha + \delta \Delta F_t + \sum_{i=1}^p \beta \Delta S_{t-i} + \gamma \Delta F_{t-1} + u_t \quad (3)$$

Sendo:

ΔS_t , é o preço à vista do etanol na primeira diferença no momento t ;

ΔS_{t-i} , é o preço à vista do etanol na primeira diferença no momento $t-i$;

ΔF_t , é o preço futuro do etanol na primeira diferença;

ΔF_{t-i} , é o preço futuro do etanol no momento $t-i$;

α , é a constante da regressão;

δ , é a razão de *hedge* ótima (h);

μ_t , é o termo de erro.

Após a obtenção da razão de *hedge* ótima, foi realizada a estimativa da efetividade do *hedging* por meio do modelo de Ederington (1979), que corresponde ao desempenho em minimização do risco mensurado a partir da equação (4):

$$e = 1 - \frac{\text{var}(H^*)}{\text{var}(U)} \quad (4)$$

Onde: e é a efetividade do *hedging*; $\text{var}(U) = \sigma_s^2$ é a variância da carteira não protegida; $\text{var}(H^*) = \sigma_s^2 + h^2 \sigma_f^2 - 2h \sigma_{sf}^2$ é a variância mínima da carteira protegida; σ_f^2 é a variância dos preços futuros; σ_{sf}^2 é a covariância entre preços à vista e futuros; e , h é a razão de *hedge* ótima.

Os resultados para a efetividade do *hedging* permitiram testar a hipótese nula (H_0) e a alternativa (H_1).

Assim sendo, as hipóteses são:

H_0 : $e < 0,80$, a operação de *hedge* no mercado futuro não é efetiva, ou seja, não mitiga o risco de preços a um nível mínimo desejável.

H_1 : $e \geq 0,80$, a operação de *hedge* no mercado futuro é efetiva, ou seja, mitiga significativamente o risco de preços.

Dessa forma, o indicador mínimo de efetividade do teste de hipótese terá como base a deliberação da CVM N°. 604, expondo que os resultados superiores a 0,80 indicam que as operações de *hedge* são eficazes. No entanto, em se tratando de medida de administração do risco, o nível máximo de efetividade das operações de *hedge* é 1,00, o que corresponde a 100% de mitigação dos riscos de preços.

Os testes empíricos foram realizados a partir do uso do *software Eviews 6.0* e *Microsoft Excel*

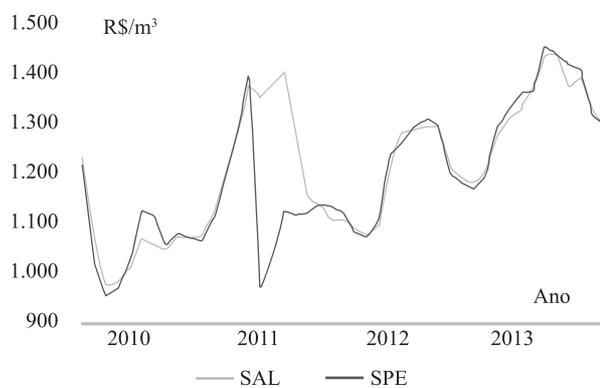
2010. Os dados e resultados serão analisados conforme o rigor estatístico dos testes.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Comportamento dos preços do etanol

A apresentação dos dados e resultados da pesquisa tem início com a exposição do comportamento dos preços à vista do etanol hidratado para os estados de Pernambuco e Alagoas e, também, os preços futuros do etanol hidratado na BM&FBovespa (Gráfico 3).

Gráfico 3 – Variação dos preços à vista e futuros do etanol hidratado, em reais, por metro cúbico



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do CEPEA (2013).

Com relação aos estados de Pernambuco e Alagoas, verificou-se que os preços à vista apresentaram diferença significativa em relação aos preços futuros na data de vencimento dos contratos, o que em parte pode ser explicado pelas particularidades da produção, distribuição e comercialização do etanol na região Nordeste.

Em continuidade à análise dos preços à vista e futuros, foram estimadas as estatísticas descritivas apresentadas na Tabela 3. A verificação da estatística descritiva dos preços permite uma avaliação quanto à sua volatilidade, tendência central e distribuição dos dados. Nota-se que, nos estados de Pernambuco e Alagoas, os preços médios à vista do etanol estiveram acima dos preços futuros em torno de 5% e 7%, respectivamente.

Tabela 3 – Estatística descritiva dos preços à vista e futuros do etanol hidratado, entre fevereiro de 2010 e outubro de 2013

Estatística	Mercado futuro	Pernambuco	Alagoas
Média	1.127,98	1.186,06	1.209,22
Mediana	1.144,17	1.164,50	1.210,80
Máximo	1.525,50	1.465,70	1.450,20
Mínimo	762,17	940,2	958,5
Desvio-Padrão	160,5	144,21	140,29
Assimetria	-0,2901	0,2449	-0,017
Curtose	3,3283	2,0479	1,7864
Observações	45	45	45

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do Cepea (2013).

A associação entre os preços à vista e futuros do etanol hidratado foi analisada a partir do coeficiente de correlação de *Pearson*, conforme pode ser observado na Tabela 4. Essa estimativa, apesar de não ser conclusiva a respeito da relação entre as variáveis, permite uma avaliação preliminar sobre a associação entre as séries de preços.

Tabela 4 – Correlação entre os preços à vista e futuro

	Mercado futuro	Pernambuco	Alagoas
Mercado futuro	1	0,4232*	0,4767*
Pernambuco		1	0,7628*
Alagoas			1

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do Cepea (2013).

Com base nos resultados da Tabela 4, pode-se notar que os preços à vista do etanol nos estados de Pernambuco ($r=0,042$) e Alagoas ($r=0,47$) apresentam baixa correlação positiva entre os preços à vista e preços futuros na data do vencimento dos contratos. Entretanto, vale ressaltar que os preços à vista nos estados de Pernambuco e Alagoas são significativamente associados ($r=0,77$).

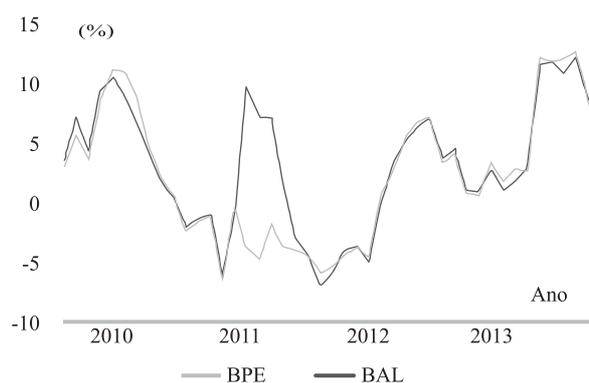
5.2 Base e risco de base

Dando continuidade à discussão sobre o comportamento dos preços à vista e futuros do etanol, apresentam-se, no Gráfico 4, os resultados encontrados para os valores percentuais da base e risco de base para o etanol nos estados de

Pernambuco e Alagoas, estimados por meio das equações (1) e (2).

Conforme pode ser observado no Gráfico 4, na data do vencimento dos contratos, geralmente, os preços futuros se encontram abaixo dos preços *físicos* dos estados de Pernambuco e Alagoas. Essa situação aponta que é comum o fortalecimento da base em Pernambuco e em Alagoas na data de liquidação dos contratos futuros.

Gráfico 4 – Valor da base para Pernambuco e Alagoas (diferença %)



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do Cepea (2013).

A respeito da base, foi identificado, para o mercado do etanol no estado de Pernambuco, que essa se comportou significativamente volátil no período em estudo, apresentando-se fortalecida apenas nos meses de maio e julho de 2010 e no segundo quadrimestre de 2013, períodos em que essa praça apresentou preço à vista aproximadamente 10% superior aos preços de liquidação dos contratos futuros na BM&FBovespa. Vale ressaltar, entretanto, que a base permaneceu fraca em boa parte do período em estudo, principalmente, entre dezembro de 2010 e março de 2012.

O mercado de etanol do estado de Alagoas também foi marcado por períodos distintos quanto ao comportamento dos preços à vista em relação aos preços futuros, ora com a base fortalecida, outrora com a base enfraquecida. Assim como no caso do mercado pernambucano, o mercado do etanol do estado de Alagoas apresentou-se com a base significativamente fortalecida apenas nos meses de maio e julho de 2010 e no segundo quadrimestre de 2013.

Quanto aos períodos em que os preços à vista no mercado do etanol de Alagoas estiveram abaixo dos preços futuros na BM&FBovespa, ressaltam-se

os períodos compreendidos entre dezembro de 2010 e abril de 2011 e setembro de 2011 e abril de 2012, quando a base encontrou-se enfraquecida, em média, aproximadamente, -4,25%. Para todo o período analisado, o risco de base do etanol no estado de Alagoas foi estimado em 6,04%, valor próximo ao estimado para o mercado do etanol de Pernambuco.

5.3 Teste de estacionariedade das séries de preços

De acordo com o que foi exposto na metodologia, a partir do teste de Dickey e Fuller aumentado (ADF), exposto na Tabela 5, foi

possível observar que séries de preços à vista e futuros acusaram presença de raiz unitária. Em contrapartida, após a aplicação do teste ADF na primeira diferença, para corrigir o problema da autocorrelação serial dos preços à vista e futuros, foi constatada a ausência de raiz unitária, ou seja, na primeira diferença, foi apontado que as séries são estacionárias e integradas de ordem um.

Conforme pode ser observado, os valores da estatística d de Durbin e Watson (DW) se apresentaram muito próximos a 2, indicando que as séries de preços não apresentam problemas de autocorrelação na primeira diferença.

Tabela 5 – Teste da raiz unitária aumentado de Dickey e Fuller para os preços à vista e preços futuros do etanol hidratado

Série de Preços	Teste ADF	Estatística (t)	p -valor (t)	Valores Críticos			AIC	SBC	HQC	DW
				1%	5%	10%				
Mercado	N	-0,1021	0,6429	-2,6186	-1,9485	-1,6121	-3,6547	-3,6142	-3,6397	1,6361
Futuro	1ªDif*	-6,7487	0,0000	-2,6186	-1,9485	-1,6121	-3,8726	-3,8316	-3,8575	1,9776
Pernambuco	N	0,0663	0,6987	-2,6186	-1,9485	-1,6121	-3,7928	-3,7523	-3,7778	1,8985
	1ªDif*	-7,0759	0,0000	-2,6186	-1,9485	-1,6121	-3,9127	-3,8718	-3,8976	2,0995
Alagoas	N	0,6406	0,8508	-2,6199	-1,9487	-1,6120	-5,1924	-5,1105	-5,1622	1,8333
	1ªDif*	-4,7435	0,0000	-2,6199	-1,9487	-1,6120	-5,2289	-5,1880	-5,2138	1,8177

Fonte: Elaborado pelos autores com base em nos dados do Cepea (2013).

Notas: (ADF) teste de raiz unitária aumentado de Dickey e Fuller; - (AIC) critério de informação de Akaike; - (SBC) critério de informação bayesiano de Schwarz; - (HQC) critério de informação de Hannan-Quinn; -(DW) estatística d de Durbin e Watson; - (N) equação do teste em nível; - (1ªDif) equação do teste na primeira diferença; e (*) estatisticamente significante ao nível de 1%.

Ao examinar a Tabela 5, os valores estimados pela estatística (τ) do teste ADF em nível, para a série de preços futuros ($\tau = -0,1021$) e séries de preços à vista para os estados de Pernambuco ($\tau = 0,0663$) e Alagoas ($\tau = 0,6406$), são maiores que os valores τ^* críticos ao nível de 1%, 5% e 10%, com a estatística d de *Durbin-Watson* distante de 2. Sendo assim, foram detectadas raízes unitárias nas séries analisadas.

Em contrapartida, pelos testes ADF na primeira diferença foram verificados valores menores que os valores τ^* críticos ao nível de 1%, 5%, 10% e a estatística d de *Durbin-Watson* com valores próximos ou iguais a 2 para a série de preços futuros ($\tau = -6,7487$) e série de preços à vista para os estados de Pernambuco ($\tau = -7,0759$) e Alagoas ($\tau = -4,7435$).

Dessa forma, os resultados dos testes apresentados na Tabela 5 sugerem que as séries analisadas não possuem raiz unitária e não apresentam problemas de autocorrelação residual na primeira diferença. Portanto, ao considerar os resultados obtidos no teste da raiz unitária, destaca-se nos modelos de regressão, o uso das séries temporais de preços na primeira diferença.

5.4 Razão ótima e efetividade de hedge

Conforme proposto neste estudo, a hipótese de efetividade do *hedging* testa se a combinação entre o mercado à vista e mercado futuro do etanol não é efetiva na mitigação do risco de preços a partir da aplicação do modelo de Myers e Thompson (1989) para estimação da razão de *hedge* ótima, conforme se percebe na Tabela 6.

Tabela 6 – Razões de *hedge* pela aplicação do modelo de Myers e Thompson (1989) Pernambuco e Alagoas

Coefficientes do Modelo de M&T	Pernambuco	Alagoas
α	0,0016 [0,422]	0,0016 [0,577]
δ	0,2273 ^{ns} [1,847]	0,1737 ^{ns} [1,641]
β	0,4129 ^{ns} [4,600]	0,3828* [2,865]
γ	-0,0018 ^{ns} [-0,207]	-0,1556** [-2,102]
Estatísticas do Modelo de M&T		
Estatística F	16,5322	4,0041
p-valor (F)	0,0000	0,0141
R ²	0,5863	0,2355
R ² ajustado	0,5508	0,1767
Log likelihood	94,04	112,7455
AIC	-4,6174	-5,0579
SBC	-4,4468	-4,8941
DW	1,5185	0,6762

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do Cepea (2013).

Notas: (M&T) modelo generalizado de Myers e Thompson (1989);

- (α) constante de regressão; - (δ) razão de *hedge* ótima (h);
- (Log likelihood) log-verossimilhança; - (AIC) critério de informação de Akaike; - (SBC) critério de informação bayesiano de Schwarz; - (DW) estatística d de Durbin e Watson; - [...] valor da estatística t; - (*) significante estatisticamente ao nível de 1%; - (**) significante estatisticamente ao nível de 5%; - (ns) não significante estatisticamente.

Ao observar os coeficientes e as estatísticas dos modelos de Myers e Thompson (1989) expostos na Tabela 6, nota-se que as razões de *hedge* não apresentaram significância estatística para os estados de Pernambuco ($\delta = 0,22^{ns}$) e Alagoas ($\delta = 0,17^{ns}$), dando indícios de que o *hedging* não atinge níveis aceitáveis de redução do risco de preços do etanol comercializado nos referidos estados.

Diante dessas observações, apresenta-se, na Tabela 7, o resultado da equação da efetividade de *hedging* do etanol para os estados em estudo, utilizando-se das razões de *hedge* ótimas estimadas pelo uso do modelo de Myers e Thompson (1989). Os resultados apontam que, para os estados de Pernambuco e Alagoas, a mitigação do risco de preços do etanol hidratado é baixa.

Tabela 7 – Efetividade das operações *hedge* para os estados de Pernambuco e Alagoas

Parâmetros da equação	Pernambuco	Alagoas
h	0,2273	0,1738
$var(H)$	0,0042	0,0042
$var(U)$	0,0028	0,0026
e_h	0,1534nr	0,1575 nr
Teste de Hipóteses	Não Rejeita H_0	Não Rejeita H_0
	Rejeita H_1	Rejeita H_1

Fonte: Elaborado pelos autores com base em nos dados do Cepea (2013).

Notas: (h) é a razão *hedge* ótima, $var(H)$ é a variância mínima da carteira protegida, $var(U)$ é a variância da carteira não protegida, (e_h) é a efetividade do *hedging* (^{nr}) não rejeita a hipótese nula $e_h < 0,80$ e rejeita a hipótese alternativa $e_h \geq 0,80$ e, (*) rejeita a hipótese nula $e_h < 0,80$ e não rejeita a hipótese alternativa $e_h \geq 0,80$.

Os resultados dos testes apresentados na Tabela 7 não rejeitaram a hipótese de não efetividade de *hedging* e sugerem que a aplicação da razão ótima estimada pelo modelo de Myers e Thompson (1989) não é efetiva na mitigação do risco de preços do etanol hidratado pernambucano ($e_h < 0,15$) e alagoano ($e_h < 0,15$), já que ambos apresentaram valores muito inferiores aos aceitáveis para serem considerados efetivos ($e_h \geq 0,80$).

Os resultados relacionados à efetividade para o etanol comercializado nos estados de Pernambuco e Alagoas, utilizando-se a razão de *hedge* ótima obtida pelo modelo de Myers e Thompson (1989), são significativamente inferiores aos encontrados por Brinker et al. (2009) para grãos de milho secos procedentes de destilarias de etanol de diferentes regiões produtoras dos Estados Unidos (Atlanta/GA, Boston/MA, Buffalo/NY e Chicago/IL), com contratos futuros de milho da Chicago Board of Trade (CBOT).

Avaliados todos os resultados da pesquisa, sugere-se que o mercado futuro do etanol hidratado da BM&FBovespa não é efetivo na mitigação do risco de preços à vista do etanol hidratado produzido e comercializado nos estados de Pernambuco e Alagoas.

6 CONCLUSÕES

O objetivo deste artigo foi verificar se as operações de *hedge* do etanol no mercado futuro da BM&FBovespa são efetivas na mitigação do risco dos preços do mercado à vista para os

estados de Pernambuco e Alagoas, por meio da negociação de contratos futuros.

Com essa finalidade, primeiramente, foram considerados os resultados alcançados após o levantamento de preços do etanol no mercado futuro da BM&FBovespa e no mercado à vista para os estados de Pernambuco e Alagoas. Em seguida, realizou-se a análise de comportamento desses preços, entre fevereiro de 2010 e outubro de 2013, averiguando-se a alta volatilidade dos mesmos.

Para os estados de Pernambuco e Alagoas, os resultados estimados em 42% e 47%, respectivamente, evidenciaram os menores índices de associação e maiores diferenças com os preços futuros, na maior parte do período estudado.

O mercado do etanol hidratado nos estados de Pernambuco e Alagoas é caracterizado pelo fortalecimento da base, chegando a atingir o ápice em 14,08% e 13,52% acima dos preços praticados no mercado futuro na data de vencimento dos contratos, e com risco de base atingindo, aproximadamente, 6,40%, em Pernambuco, e 6,04%, em Alagoas.

A mitigação de aproximadamente 15% do risco de preços para o mercado à vista do etanol dos estados de Pernambuco e Alagoas, por meio das operações de *hedge* no mercado futuro do etanol da BM&FBovespa estimadas a partir da aplicação das razões ótimas do modelo de Myers e Thompson (1989), sugere que o mercado futuro de etanol não é efetivo na cobertura do risco de preços do mercado à vista do etanol nesses estados. Assim sendo, vale ressaltar que o mercado futuro do etanol da BM&FBovespa não se mostrou efetivo para o gerenciamento do risco de preços para regiões mais distantes da praça formadora de preço do mercado futuro.

Em se tratando do presente estudo, entende-se que a não efetividade de mitigação do risco de preços de etanol em determinadas praças, como Pernambuco e Alagoas, seja um dos principais fatores que contribuem, de certa forma, para o não uso do mercado futuro do etanol da BM&FBovespa para a administração do risco de preços por parte de produtores e outros agentes da cadeia produtiva do etanol desses estados e de regiões próximas.

Ao fim, destaca-se ainda que a quantidade de métodos que podem ser empregados para testar a efetividade das operações de *hedge* permite que diferentes investigações venham a ser realizadas

no futuro. Espera-se que novas pesquisas sejam desenvolvidas com a finalidade de tornar os contratos futuros de etanol mais efetivos para o gerenciamento do risco de preços de mercados, visto que, atualmente, esses são carentes de instrumentos de proteção, como o caso do mercado do etanol dos estados de Pernambuco e Alagoas.

REFERÊNCIAS

- ANP. AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Série histórica do levantamento de preços e de margens de comercialização de combustíveis**. 2016. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 19 set. 2016.
- ANP. AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Evolução do mercado de combustíveis e derivados 2000-2012**. Estudo temático ANP [01/2013/SPD]. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?dw=64307>>. Acesso em: 20 set. 2016.
- ANFAVEA. ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. **Anuário da indústria automobilística brasileira**. 2016. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/anuario.html>>. Acesso em: 18 set. 2016.
- BERA, A. K.; GARCIA, P.; ROH, J-S. Estimation of time-varying hedge ratios for corn and soybeans: bgarch and random coefficient approaches. **The Indian Journal of Statistics**, v. 59, n. 3, p. 346-368, dez. 1997.
- BITENCOURT, S. A.; SILVA, W. S.; SÁFADI, T. Hedge dinâmicos: uma evidência para os contratos futuros brasileiros. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 8, n. 1, p. 71-78, 2011.
- BM&FBovespa. BOLSA DE VALORES, MERCADORIAS E FUTUROS. **Indicador de preço disponível Paulínia**. 2013. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br>> Acesso em: 08 ago. 2013.
- BM&FBovespa. BOLSA DE VALORES, MERCADORIAS E FUTUROS. **A BM&FBovespa**. 2013. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br/home.aspx?idioma=pt-br>>. Acesso em: 28 jul.2013.

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Projeções do Agronegócio: BRASIL 2014/2015 a 2024/2025**. Assessoria de Gestão Estratégica. Brasília, 2015. 133 p.
- BRINKER, A. J.; PARCELL, J. L.; DHUYVETTER, K. C.; FRANKEN, J. R. V. Cross-hedging distillers dried grains using corn and soybean meal futures contracts. **Journal of Agribusiness**, v. 27, n. 1, p. 01-15, 2009.
- CASTRO JÚNIOR, L. G. **Comercialização de produtos agrícolas no complexo agroindustrial**. 1.ed. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001.
- CEPEA. CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. 2013. **Etanol**. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/etanol/>> Acesso em: 05 ago. 2013.
- CEPEA. CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. 2015. **PIB do agronegócio**. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/pib/>>. Acesso em: 18 set. 2016.
- CENTENARO, M. Análise da evolução da indústria sucroenergética. In: ENCONTRO CIENTÍFICO DE ADMINISTRAÇÃO, ECONOMIA E CONTABILIDADE, 8., 2011, Ponta Porã. **Anais...** Ponta Porã: UEMS, 2011, v. 1, n. 1, p. 1-15.
- CVM. COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS. **A Bolsa de Mercadorias e Futuros e os contratos nela negociados**. 2007. Disponível em: <<http://www.cvm.gov.br/port/protin/caderno9.pdf>>. Acesso em: 29 jul. 2013.
- CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar safra 2011/2012**. Brasília: Conab, 2011.
- CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar safra 2015/2016**. Brasília: Conab, 2015.
- DICKEY, D. A.; FULLER, W. A. Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. **Econometrica**, v. 49, p. 1057-1072, 1981.
- EDERINGTON, L. H. The hedging performance of the new futures markets. **Journal of finance**, v.34, n.1, p.157-170, 1979.
- FILENI, D. H.; MARQUES, P. V.; MACHADO, H. M. O risco de base e a efetividade do hedge para o agronegócio do café em Minas Gerais. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 1, n. 1, p. 90-107, 1999.
- FONTES, R. E.; CASTRO JÚNIOR, L. G.; AZEVEDO, A. F. Estratégia de comercialização em mercados derivativos: descobrimento de base e risco de base da cafeicultura em diversas localidades de Minas Gerais e São Paulo. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 2, p. 382-389, 2005.
- HARDAKER, J. B.; HUIRNE, R. B. M.; ANDERSON, J. R.; LIEN, G. **Coping with risk in agriculture**. 2.ed. Cambridge: CABI Publishing, 2004.
- HERNÁNDEZ, D. I. M. **Efeitos da produção de etanol e biodiesel na produção agropecuária do Brasil**. 2008. 176f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Programa de pós-graduação em Agronegócios, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.
- HERRERA, V.; ABREU, A. D.; STOCO, M. C. M.; LOPES, L. O.; BARBOSA, D. H. A competitividade da agroindústria sucroalcooleira do Brasil e o mercado internacional: barreiras e oportunidades. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 43, 2005, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: SOBER, 2005. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/2/1020.pdf>. Acesso em: 18 set. 2016.
- HOUSTON, J. E.; AMES, G. C. W. Forecasting corn gluten feed prices using soybean meal futures: opportunities for cross hedging. In: CONFERENCE ON APPLIED COMMODITY PRICE ANALYSIS, FORECASTING, AND MARKET RISK MANAGEMENT, 1986, St. Louis. **Proceedings...** Disponível em [<http://www.farmdoc.uiuc.edu/nccc134>] 1986. Acesso em: 18 set. 2016.

- HULL, J. C. **Fundamentos dos mercados futuros e de opções**. 4.ed. São Paulo: Bolsa de Mercadorias e Futuros, 2005
- LIRIO, V. S.; VENANCIO, M. M.; FELIPE, E. A. Evolução da participação brasileira no mercado sucroalcooleiro internacional. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA ADMINISTRAÇÃO E SOCIEDADE RURAL, 44, 2006, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SOBER, 2006. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/5/95.pdf>. Acesso em: 18 set. 2016.
- MAIA, F. N. C. S.; AGUIAR, D. R. D. Estratégias de hedge com os contratos futuros de soja da Chicago Board of Trade. **Gestão & Produção**. São Carlos, v. 7, n. 3. p. 617–626, 2010.
- MARQUES, P. V.; MELLO, P. C.; MARTINES FILHO, J. G. **Mercados futuros e de opções agropecuárias**. Série Didática nº D-129. Piracicaba, SP. Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq-USP, 2006. Disponível em: economia.esalq.usp.br/did/did-129.pdf. Acesso em: 18 set. 2016.
- MARTINS, A. G.; AGUIAR, D. R. D. Efetividade do hedge de soja em grão com contratos futuros de diferentes vencimentos na Chicago Board of Trade. **Revista de Economia e Agronegócio**. v. 2, n. 4, p. 449–472, 2004.
- MICHELLON, E.; SANTOS, A. A. L.; RODRIGUES, J. R. A. Breve descrição do Proálcool e perspectivas futuras para o etanol produzido no Brasil. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA ADMINISTRAÇÃO E SOCIEDADE RURAL, 46, 2008, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco: Sober, 2008. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/9/574.pdf>. Acesso em: 18 set. 2016.
- MÜLLER, C. A. S.; MOURA, A. D.; LIMA, J. E. Análise comparativa entre estratégias de hedge com base em modelos estáticos e dinâmicos para contratos futuros de café arábica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 46, 2008, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco: Sober, 2008. p. 1–21.
- MYERS, R. J.; THOMPSON, S. R. Generalized optimal hedge ratio estimation. **American Journal of Agricultural Economics**. vol. 71, n.4, p. 858–868, 1989.
- NOGUEIRA, F. T. P.; AGUIAR, D. R. D.; LIMA, J. E. Efetividade do hedge no mercado brasileiro de café arábica. **Resenha BM&F**. n. 150, p. 78–88, 2002.
- OLIVEIRA NETO, O. J.; FIGUEIREDO, R. S.; MACHADO, A. G. Efetividade de hedge e razão ótima de hedge para cultura do milho no estado de Goiás. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 5, n. 2, p. 115–138, 2009.
- PEROBELLI, F. S. As relações entre o preço à vista e futuro: evidências para o mercado de boi gordo no Brasil. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL - SOBER, 43, Ribeirão Preto, 2005. **Anais...** Ribeirão Preto: Sober, 2005, p. 1–19.
- PINTO, W. J.; SILVA, O. M. Efetividade do hedging em contratos de café no mercado mundial. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2, 2001, Vitória. **Anais...** Vitória: Consórcio Brasileiro de Pesquisas e Desenvolvimento do Café, 2001. p. 1–9.
- RAABE, J. P.; STADUTO, J. A. R.; SHIKIDA, P. F. A. A efetividade de hedge do mercado futuro de açúcar nos mercados de Nova York, Londres e da BM&F. **Revista de Economia e Administração**, v. 5, n. 3, p. 338–357, jun./sep. 2006.
- SANTOS, M.P.; BOTELHO FILHO, F. B.; ROCHA, C. H. Hedge de mínima variância na BM&F para soja em grãos no Centro-Oeste. **Revista da Sociedade e Desenvolvimento Rural**, v. 1, n. 1, p. 203–211, 2008.
- SILVA, A. R. O.; AGUIAR, D. R. D.; LIMA, J. E. A efetividade do hedge e do *cross-hedge* de contratos futuros para soja e derivados. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. v. 41, n. 2, p. 383–406, 2003.
- SOSNOSKI, A. A. K. B.; RIBEIRO, C. O. Hedging na produção de açúcar e álcool: uma integração de decisões financeiras e de produção. **Produção**, v. 22, n.1, p. 115–123, 2012.

TONIN, J. M.; BRAGA, M. J.; COELHO, A. B. Efetividade de hedge do milho com contratos futuros da BM&F: uma aplicação para a região de Maringá, Paraná. **Revista de Economia**. v. 35, n. 31, p. 115–140, 2009.

UNIÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA. 2016. **Usinas**. Disponível em: <<http://mail.udop.com.br/index.php?item=noticias&cod=1088117#nc>>. Acesso em: 20 set. 2016.

ÚNICA. UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR. **Histórico de produção e moagem**. 2016. Disponível em: <<http://www.unicadata.com.br/historico-de-producaoemoagem.php?idMn=31&tipoHistorico=2>>. Acesso em: 18 set. 2016.

ÚNICA. UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR. **Histórico de produção do etanol**. 2015. Disponível em: <<http://www.unicadata.com.br/historico-de-producaoemoagem.php?idMn=31&tipoHistorico=2>>. Acesso em: 19 set. 2016.