Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

Transmissão de preços no mercado de etanol hidratado combustível

Hugo Vinícius Ozam Dalla Costa

Dissertação apresentada para a obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Economia
Aplicada

Piracicaba
2018

Hugo Vinícius Ozam Dalla Costa
Bacharel em Ciências Econômicas

Transmissão de preços no mercado de etanol hidratado combustível

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **LUCIANO RODRIGUES**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Economia
Aplicada

Piracicaba
2018

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP**

Dalla Costa, Hugo Vinícius Ozam

Transmissão de preços no mercado de etanol hidratado combustível /
Hugo Vinícius Ozam Dalla Costa. - - versão revisada de acordo com a
resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2018.

72 p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz
de Queiroz".

1. Assimetria 2. Transmissão 3. Preço 4. Etanol I. Título

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família, Jaime José Dalla Costa, Maria Ozam Coelho Dalla Costa, João Vitor Ozam Coelho Dalla Costa e Angelini Zanon de Lima.

AGRADECIMENTOS

Ao longo da minha trajetória, eu tive o apoio de diversas pessoas que me ajudaram a chegar até aqui. Este trabalho representa mais uma etapa vencida em minha vida e, para alcançá-la, uma série de eventos consecutivos tiveram que ocorrer para que, com o passar do tempo, todas as oportunidades culminassem neste momento.

Eu gostaria de agradecer a minha família: Jaime José Dalla Costa, Maria Ozam Coelho Dalla Costa e João Vitor Ozam Coelho Dalla Costa cujo carinho, atenção, esforço e dedicação moldaram a minha paixão pelos estudos. Ademais, a minha maior recompensa em tudo o que faço é ver o orgulho de vocês e ter a sensação de que tudo o que vocês fizeram por mim valeu a pena.

Ao longo desta trajetória eu também tive o apoio incondicional de Angelini Zanon de Lima cujo amor e carinho sempre estiveram presentes e me fortaleceu para que eu não desistisse dos meus objetivos.

Eu também gostaria de agradecer aos meus amigos de turma de mestrado André Danelon e João Gambardella pelo companherismo e pelos bons momentos que passamos juntos.

Além disso, gostaria de agradecer ao professor Luciano Rodrigues cujo auxílio e dedicação como orientador foram de grande maestria e eu levarei para a vida esta forma de atuação como professor. Agradeço as professoras Miriam Bacchi, Marcia Azanha Moraes e Maria Andrade Pinheiros pelas sugestões e revisão deste trabalho as quais foram de grande valia e ajudaram a chegar aos resultados desta pesquisa. Além disso, gostaria de agradecer a Teresa Neves pelo auxílio neste trabalho.

Agradeço também o auxílio da CNPq pela bolsa de estudos ao longo do primeiro ano de mestrado o qual teve um papel fundamental para a garantia da minha permanência no programa.

Por fim, gostaria de agradecer a toda comunidade que compreende a ESALQ por ser um ecossistema único que oferece à vida de cada um de seus membros uma experiência ímpar capaz de abrir portas ao longo de toda a vida.

EPÍGRAFE

“A vitória está reservada para aqueles que estão dispostos a pagar o preço”.

Sun Tzu

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT	8
LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE TABELAS	10
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. FORMAS E CAUSAS DA ASSIMETRIA NA TRANSMISSÃO DE PREÇOS	13
3. O MERCADO BRASILEIRO DE COMBUSTÍVEIS LEVES.....	17
3.1. DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL, CARACTERÍSTICAS E ESTRUTURA DO MERCADO BRASILEIRO DE ETANOL COMBUSTÍVEL	17
3.2. ESTUDOS SOBRE ASSIMETRIA DE TRANSMISSÃO DE PREÇOS NO MERCADO DE ETANOL E DE COMBUSTÍVEIS LÍQUIDOS NO BRASIL	26
3.3. CONSIDERAÇÕES SOBRE A FORMA DE PRECIFICAÇÃO DO ETANOL COMBUSTÍVEL NO BRASIL.....	29
3.4. FORMAÇÃO DE PREÇO DO ETANOL HIDRATADO NO BRASIL	30
4. MODELOS ECONÔMICOS PARA ESTIMAR A ASSIMETRIA DE TRANSMISSÃO DE PREÇOS	33
5. METODOLOGIA.....	49
5.1. ORDEM DE INTEGRAÇÃO DAS VARIÁVEIS	49
5.2. CAUSALIDADE	50
5.3. DADOS	52
6. RESULTADOS	54
6.1. IDENTIFICAÇÃO DOS MODELOS	54
6.1.2 - CAUSALIDADE	54
6.2. RESULTADOS DOS MODELOS ESTIMADOS	57
7. CONCLUSÕES.....	67
REFERÊNCIAS.....	68

RESUMO

Transmissão de preços no mercado de etanol hidratado combustível

Este trabalho tem por objetivo avaliar a transmissão de preço no mercado de etanol hidratado no Estado de São Paulo. Especificamente, busca identificar a presença de assimetria de transmissão em termos de magnitude e velocidade no curto e no longo prazo em cada elo da cadeia de comercialização do biocombustível. Os resultados foram obtidos a partir do emprego da metodologia NARDL (*Non Linear Autoregressive Distributed Lag*) e sugerem assimetria positiva na transmissão de preços entre o elo de produção e revenda, ou seja, os aumentos de preço no produtor são repassados com mais intensidade e agilidade ao consumidor se comparados com os movimentos de queda. Ademais, a relação de bicausalidade entre a distribuidora e a revenda demonstram uma assimetria positiva de magnitude e de velocidade entre o elo da distribuição e a revenda, visto que os preços ao consumidor aumentam imediatamente quando a distribuidora eleva os valores praticados, mas as quedas demandam várias semanas para serem observadas pelo consumidor. Entre os elementos que explicam esse comportamento assimétrico estão fatores usualmente identificados pela literatura sobre o tema e aspectos intrínsecos ao mercado de etanol combustível no Brasil.

Palavras-chave: 1. Assimetria 2. Transmissão 3. Preços 4. Etanol.

ABSTRACT

Price transmission in the hydrous ethanol market

This paper aims to evaluate the price transmission in the hydrous ethanol market in the State of São Paulo. Specifically, it seeks to identify the presence of asymmetric price transmission in terms of magnitude and speed in the short and long term at each link of the ethanol supply chain. The results were obtained using the NARDL (Non Linear Autoregressive Distributed Lag) methodology which suggest a positive asymmetric price transmission between the production and the retail link, ie, producers price increases are transmitted with more intensity and faster to the consumer compared to falling movements. In addition, the relationship of bicausality between the distributor and the retailer's price present a positive asymmetry of magnitude and speed since the consumer prices increase immediately when the distributor raises the amounts practiced, but the falls spend several weeks to be observed by the consumer. However, among the elements that explain this asymmetric price behavior in each link of the supply chain are factors usually identified by the literature on the subject and aspects intrinsic to the fuel ethanol market in Brazil.

Keywords: 1. Asymmetry 2. Transmission 3. Prices 4. Ethanol.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Assimetria de transmissão de preços com relação a sua magnitude.	14
Figura 2. Assimetria de transmissão de preços com relação a sua velocidade de transmissão.	14
Figura 3. Frota relativa de veículos por tipo de combustível no Brasil.	18
Figura 4. Produção de etanol hidratado no Brasil - Região Centro-Sul na safra 17/18 (em mil m ³).	20
Figura 5. Produção de etanol hidratado no Brasil - Região Norte e Nordeste na safra 17/18 (em mil m ³).	20
Figura 6. Market-share de moagem de cana-de-açúcar na região Centro-Sul por grupos econômicos.	21
Figura 7. Importação de etanol Anidro e Hidratado.	22
Figura 8. Transferências de etanol anidro e hidratado entre os estados brasileiros na safra 2016/2017.	22
Figura 9. Preço semanal do etanol hidratado combustível na usina, na distribuição e na revenda no mercado de São Paulo.	52
Figura 10. Relação de causalidade no sentido de Granger entre as séries de preço de etanol hidratado nos diferentes elos da cadeia de comercialização.	56
Figura 11. Choque sobre o modelo preço de revenda decorrente da variação de 1% no preço da usina.	59
Figura 12. Choque sobre o modelo preço da distribuidora decorrente da variação de 1% no preço da usina.	60
Figura 13. Choque sobre o modelo preço da revenda decorrente de 1% de variação no preço da distribuidora.	60
Figura 14. Preço de bomba do etanol hidratado e PMPF.	64
Figura 15. Margem de revenda do hidratado e da gasolina C no Estado de São Paulo.	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Número de produtores e capacidade de produção de etanol hidratado e anidro por dia nos principais Estados produtores do Brasil (maio/2017).....	19
Tabela 2. Participação das distribuidoras nas vendas nacionais de etanol hidratado, em ordem decrescente – 2018.	23
Tabela 3. Quantidade de distribuidoras, tanques e capacidade de armazenamento por estado em 2017.	24
Tabela 4. Quantidade de postos autorizados a funcionar no Brasil em 2017.....	25
Tabela 5. Formação de preço do etanol hidratado.	31
Tabela 6. Revisão Bibliográfica dos trabalhos voltados a commodities energéticas com aplicação do modelo NARDL.	43
Tabela 7. Estatística descritiva das séries de preço.	53
Tabela 8. Resultados dos testes de raiz unitária.	54
Tabela 9. Teste de causalidade de Granger (1969).....	55
Tabela 10. Teste de causalidade de Granger Modificado para variáveis não estacionárias, Lütkepohl (2005) e Toda e Yamamoto (1995).	55
Tabela 11. Teste de causalidade para considerando a presença de não linearidade, Diks e Panchenko (2005, 2006).....	55
Tabela 12. Estimativa dos modelos NARDL.	57
Tabela 13. Testes de assimetria e cointegração para os modelos NARDL estimados.	58

1. INTRODUÇÃO

O mercado de combustíveis leves no Brasil apresenta uma configuração singular devido à presença maciça da frota de veículos flex-fuel e do etanol hidratado como combustível alternativo à gasolina. Com efeito, em 2017 as vendas de etanol hidratado representaram cerca de 24% do volume total de combustível automotivo comercializado no País, aspecto que não encontra paralelo em nenhuma outra nação (ANP, 2018a).

Essa condição incorpora ao mercado nacional de combustíveis leves características associadas à formação de preços das commodities agrícolas, tais como a presença de sazonalidade e de choques de oferta não antecipados advindos de aspectos técnicos e climáticos associados à produção do biocombustível. Conforme Vercammen (2011), a formação dos preços das commodities agropecuárias também é influenciada pela relação espacial entre a produção e o consumo, pela dinâmica de armazenagem, pelas incertezas relacionadas ao processo produtivo, pela correlação entre *commodities* e pelas margens de comercialização entre os elos da cadeia.

Em relação a esse último aspecto, vale ressaltar que o entedimento da dinâmica dos preços e das margens nos diferentes segmentos da cadeia de produção e comercialização tem sido um tema explorado de forma intensa na literatura internacional que trata do mercado de combustíveis em diversos países. Por ser considerado um produto de baixa elasticidade, esse tipo de análise centrada no mercado de combustíveis usualmente está relacionada à preocupação de que eventuais falhas de mercado possam gerar assimetrias na transmissão de preços e impactar o valor pago pelo consumidor.

No caso brasileiro, como a presença da frota flex-fuel transformou o etanol hidratado e a gasolina em bens substitutos, essa preocupação relacionada às margens de comercialização não se concentra apenas no seu possível impacto sobre os preços de bomba. Nesse mercado, a dinâmica de transmissão de preços também pode influenciar a competitividade do etanol hidratado diante do seu concorrente fóssil, e a receita obtida pelo produtor.

Acrescenta-se a esse cenário, o fato de que a regulamentação vigente no mercado nacional estabelece limites bastante restritos para as empresas que operam no setor de combustíveis, com a definição legal de três segmentos com obrigações e atuação bastante delimitados: produção ou fornecedor, distribuição e revenda.

A maior variação nos preços do hidratado em decorrência da etapa de produção agrícola, a possibilidade de escolha dos combustíveis pelos proprietários de veículos e motocicletas flexíveis a cada abastecimento, a regulação aplicada ao mercado nacional e a estrutura de mercado diferenciada nos três segmentos do processo de comercialização do etanol hidratado têm gerado discussões e debate entre os agentes públicos e privados que atuam nessa cadeia sobre a forma como os preços do produto são transmitidos até o consumidor final.

Em especial, discute-se a presença de um comportamento assimétrico em que os repasses de preços do produtor ocorrem de maneira menos intensa e rápida nos momentos de queda de preço do que nos períodos de aumento. Nesse contexto, emergem diversas questões importantes como: Quanto tempo leva para que um choque de oferta ou demanda seja transmitido para o consumidor ou para o produtor, respectivamente? Quando estes choques são transmitidos, eles ocorrem de forma simétrica? Se existe assimetria de transmissão de preços, em qual elo da cadeia ela é mais evidente? Quais os fatores que explicam essa dinâmica dos preços do biocombustível?

Apesar da relevância do assunto e da disponibilidade de dados, o assunto ainda não foi explorado de forma completa pelos estudos disponíveis na literatura sobre o tema. Desta forma, no presente estudo busca-se avaliar a

existência de assimetria de transmissão de preços (ATP) no mercado de etanol hidratado combustíveis, com a análise segregada entre os segmentos da produção, distribuição e revenda.

A estratégia empírica adotada se baseia em dados de preço disponíveis para os diferentes segmentos do mercado e no emprego do modelo autorregressivo não-linear com defasagens distribuídas (Nonlinear Autoregressive Distributed Lag - NARDL), que apresenta vantagens em relação aos procedimentos usualmente utilizados para a avaliação proposta, pois não assume premissas de cointegração linear entre as séries e permite o teste de assimetria de curto e longo prazos, bem como a avaliação da velocidade de transmissão dos preços ao longo da cadeia.

A análise é centrada no mercado do Estado de São Paulo devido à disponibilidade de dados e ao fato de o referido Estado ser responsável por mais de 50% da produção e do consumo nacional de etanol hidratado.

Para atingir o objetivo proposto, o trabalho foi dividido em 7 capítulos. Além da presente introdução, o segundo capítulo apresenta uma revisão de literatura que busca identificar as principais formas de assimetria de transmissão de preço e as causas deste fenômeno. Posteriormente, será realizada uma análise sobre o setor de etanol combustível no Brasil, descrevendo os aspectos institucionais e a estrutura que fundamentam a compreensão da dinâmica de formação de preço neste mercado. No próximo capítulo, é apresentada uma revisão dos principais modelos de estimação de assimetria de transmissão de preço e a justificativa para o uso da metodologia adotada neste estudo. Em seguida, serão expostos os dados e o modelo econométrico estimado. Os resultados obtidos são detalhados no sexto capítulo e, por fim, o sétimo e último capítulo são apresentadas as conclusões do estudo.

2. FORMAS E CAUSAS DA ASSIMETRIA NA TRANSMISSÃO DE PREÇOS

A avaliação da alocação de recursos numa economia é um dos principais motivadores da formulação de modelos que expliquem a dinâmica dos mercados. Esta alocação está intimamente ligada ao modo como os preços são formados. Neste sentido, a teoria microeconômica busca explicar as trocas em uma economia por meio da relação entre as curvas de oferta e de demanda, ambas dependentes da relação de preços entre os produtos e agentes.

Esta mesma teoria cujo cerne fundamenta todo o conhecimento sobre a dinâmica de preços na economia ainda não foi capaz de integrar de forma ampla e suficientemente abrangente outros aspectos importantes no campo empírico, tal como a assimetria de transmissão de preços. Os modelos propostos por Gardner (1975) e Azzam (1999) trazem indicações relevantes sobre o tema, contudo, não permitem generalizações para a explicação do fenômeno em todas as situações observadas na literatura empírica sobre o assunto.

Nessa linha, Meyer e Von Cramon-Taubadel (2004) e Frey e Manera (2007) fizeram um longo levantamento de estudos que avaliaram a transmissão de preços entre elos da cadeia de produção e comercialização, com destaque para o fenômeno da assimetria. Os autores chegaram a conclusões semelhantes após o exame da literatura disponível: não existe consenso teórico sobre como a assimetria de transmissão de preço ocorre; além disso, os resultados dos trabalhos publicados nesta área são fruto da avaliação empírica, cuja a explicação do fato decorre da aplicação e interpretação dos modelos econométricos adequados para representar a situação real observada.

Meyer e Von Cramon-Taubadel (2004) destacam ainda que a assimetria de transmissão de preço pode ocorrer de diversas formas e pode ser derivada de inúmeras causas, dificultando a consolidação de uma teoria geral capaz de explicar todas essas variantes.

Em relação à nomenclatura, é denominada assimetria vertical quando a assimetria de transmissão de preços acontece através dos elos da cadeia de produção. Quando ela acontece entre regiões ou localidades distintas, tem-se a assimetria espacial. Ambas as formas de assimetria possuem características específicas de comportamento, tais como: magnitude, velocidade de transmissão, natureza e direção (KARANTININIS; KATRAKYLIDIS; PERSSON, 2011).

A magnitude da assimetria representa a intensidade com a qual ela ocorre. No exemplo da Figura 1 (A), quando o preço do produtor (P^p) cai ΔP , o preço ao consumidor é reduzido em proporção menor do que ΔP . No entanto, quando o preço do produtor sobe, o repasse é imediato e na mesma intensidade.

Além disso, o exemplo apresentado na Figura 1 (A) retrata o caso de uma assimetria positiva, no qual a queda no preço do produtor é transmitida de forma menos intensa para o consumidor. O caso contrário é conhecido como assimetria negativa (Figura 1-B).

Figura 1. Assimetria de transmissão de preços com relação a sua magnitude.

Fonte: Adaptado de Meyer e Von Cramon-Taubadel (2004).

Além da magnitude e da natureza da assimetria de transmissão de preços, alguns mercados podem apresentar uma defasagem de tempo para que a transmissão ocorra, ou seja, uma variação instantânea do preço do insumo gera uma variação gradual no preço do produto - ver Figura 2 (A). Esta assimetria pode ser em favor do consumidor ou do produtor, dependendo de vários fatores que serão discutidos posteriormente. Além do mais, este tipo de assimetria pode acontecer de forma conjunta com outros tipos de transmissão assimétrica, tal como apresentado na Figura 1 - (B) em que um choque positivo no preço do insumo gera um impacto de mesma magnitude nos preços dos produtos, enquanto o choque negativo demora para ser repassado e, quando ocorre, apresenta uma intensidade menor.

Além dessas categorias, existe outra possibilidade relacionada aos problemas de assimetria espacial: a direção. Em alguns mercados, a direção para qual o produto se encaminha determina a existência de assimetria de transmissão de preço devido à diferença de custos de transporte e armazenagem. Esta situação pode ser exemplificada para o caso de produtos transportados por vias fluviais. Isso ocorre porque o custo de transportar um produto na direção do fluxo do rio é mais barato do que transportar o mesmo produto pelo caminho contrário ao fluxo do rio. Outro exemplo para este tipo de comportamento dos preços decorre do transporte rodoviário, cujo frete de retorno é um ponto fundamental para a formação de preço do transporte.

Figura 2. Assimetria de transmissão de preços com relação a sua velocidade de transmissão.

Fonte: Adaptado de Meyer e Von Cramon-Taubadel (2004).

As características da transmissão de preço entre elos da cadeia de comercialização e a falta de unicidade teórica sobre o comportamento assimétrico, têm exigido análises multidisciplinares para a explicação do fenômeno, as quais dependem, em grande medida, do conhecimento estrutural do mercado analisado.

Conforme Conforti (2004) e Meyer e Von Cramon-Taubadel (2004), o simples fato de existir assimetria de transmissão de preços não caracteriza uma falha de mercado. Entre as demais causas citadas na literatura para justificar a ocorrência de transmissão assimétrica de preços temos: i) custo de menu, ii) políticas públicas setoriais, iii) assimetria de informação, iv) gerenciamento de estoques, v) método contábil (BALKE, BROWN e YUCEL, 1998), vi) a participação do preço do insumo sobre o valor adicionado (BETTENDORF e VERBOVEN, 2000), vii) custos de transporte (BARRETT, BARRETT e LI, 2016; BROOKS e MELYUKHINA, 2003), viii) retornos crescentes em escala (KARANTININIS, KATRAKYLLIDIS e PERSSON, 2011; MCCORRISTON, 2001), ix) homogeneidade e a diferenciação dos produtos, e x) poder de mercado.

Além destas causas que aparecem com maior frequência nas análises disponíveis, ainda podem-se somar outras condições de mercado que afetam a transmissão de preço, tais como: a desvalorização cambial e alterações na tributação. Estes efeitos, por exemplo, foram estudados por Greenwood-Nimmo e Shin (2013) na avaliação a existência de ATP entre os preços internacionais de petróleo e o valor dos combustíveis no Reino Unido.

Em relação ao poder de mercado, Fackler e Goodwin (2001) afirmam que, sob a premissa de que os mercados se comportam como um modelo de competição perfeita, a lei do preço único seria capaz de explicar as diferenças entre os preços no contexto espacial, enquanto que ao longo da cadeia de produção esta relação dependeria exclusivamente dos custos de produção. Desta forma, o autor expõe condições muito particulares para que os mercados atuem sem nenhum tipo de fricção capaz de afetar a forma como os preços são transmitidos ao longo da cadeia de produção.

Os mercados de *commodities*, em geral as agropecuárias, são caracterizados por cadeias cujos produtores e consumidores são pulverizados, ao passo que os elos intermediários de processamento e distribuição são mais concentrados. Neste sentido, a existência de concentração de mercado pode ser uma condição que favorece o desenvolvimento de assimetrias de transmissão de preços positivas.

No entanto, conforme explicado por Bailey e Bronsen (1989), mesmo havendo concentração de mercado, algumas condições podem fazer com que a assimetria seja negativa. Por exemplo, as empresas do setor oligopolizado evitariam transmitir a volatilidade do preço do insumo para o produto devido ao medo de perder *market share*.

Nessa linha, Karantininis et al (2011) e Mccorriston et al (2001) salientam que, além do poder de mercado, o formato da função custo de determinado setor pode ser um fator chave para explicar a existência de ATP. Para esses autores, setores que possuem custos marginais cujos retornos são crescentes a escala estão sujeitos a assimetrias de transmissão de preços.

Os estudos de assimetria de transmissão de preços fundamentados na presença de custo de menu¹, por sua vez, remetem ao fato de que o esforço de remarcação e divulgação dos preços dos produtos podem fazer com que choques sobre os preços dos insumos sejam transmitidos com menor intensidade ou com defasagem de tempo para o

¹ Custos decorrentes da alteração dos preços. Este custo envolve o tempo necessário para alterar os preços. Estes custos são relevantes em atividades que precisam alterar catálogos, preços de prateleira e sistemas de informação.

consumidor. Nessa condição, remarcar e divulgar os novos preços iriam gerar custos superiores à receita oriunda deste ajuste.

Este tipo de avaliação é utilizada por Karantininis et al (2011) na análise do setor de produção de proteína suína que, mesmo registrando um mercado de distribuição concentrado, apresentou assimetria de transmissão de preço negativa entre a distribuição e o consumidor final devido a presença de custos de menu.

Outros dois tipos de causas de assimetria possuem lógica similar àquela associada ao custo de menu, são eles: o gerenciamento de estoques e o método contábil. O gerenciamento de estoque é uma possível causa de assimetria de transmissão de preço e decorre do fato de que o preço do produto no atacado pode sofrer alterações em momentos cujo estoque já está estabelecido, logo, o setor varejista tende a demorar para repassar uma queda de preços em um momento e agir de forma mais rápida nos momentos de aumento.

Nessa linha, Borenstein, Cameron e Gilbert (1997) avaliaram os efeitos dos estoques sobre a transmissão de preços entre o mercado de petróleo e gasolina nos EUA e identificaram que a resposta do preço no varejo e no atacado estava relacionada aos custos de ajuste dos estoques.

O efeito do gerenciamento de estoque sobre a transmissão de preço está usualmente associado ao seu método de avaliação. Segundo Balke, Brown e Yucel (1998), o modelo First In First Out (FIFO) pode gerar ATP decorrente da suavização do valor dos estoques à medida que novos produtos são adicionados.

Outra consideração sobre as explicações para a assimetria de transmissão de preços é dada por Bettendorf e Verboven (2000) ao analisar o mercado de café na Holanda. Segundo os autores, independentemente do grau de oligopólio dos mercados, o fator preponderante para a existência de assimetria nesse setor era dado pela pequena participação do custo do grão de café sobre o valor total do produto. Portanto, em mercados cuja matéria-prima seja pouco representativa no valor dos produtos, a hipótese de ATP deve ser considerada.

Bailey e Brorsen (1989), ao avaliar a assimetria de transmissão de preços no sentido espacial, também indicam quatro fatores que afetam o ajuste dos preços: i) ajustes de custos assimétricos quando o preço do insumo representa uma parcela significativa do preço do produto final; ii) concentração de mercado regional dada pela existência de custos de transporte elevados; iii) assimetria de informação, dificultando a arbitragem entre os mercados regionais; e iv) reporte assimétrico de preços, associado à defasagem temporal ou à distorção promovida por grandes *players* sobre os descontos de preços em praças específicas.

Por fim, Barrett e Li (2002) e Brooks e Melyukhina (2003) também destacam o papel dos custos de transporte na explicação da assimetria de transmissão de preços. Segundo Barrett e Li (2002), a ATP pode não ocorrer de forma contínua quando depende da existência de oportunidades de arbitragem, ou seja, a ATP só seria positiva caso a diferença de preços entre dois mercados fosse superior ao custo de transferir estes produtos entre os mercados. Caso isso não ocorra, a assimetria de transmissão de preços entre os mercados regionais é nula.

Em síntese, a revisão de literatura ora apresentada evidencia os diferentes mecanismos responsáveis pela assimetria de transmissão de preços e as inúmeras formas de assimetrias. De todo o exposto, fica evidente que a pesquisa empírica sobre a ATP se constitui de um processo contínuo de análise das particularidades de cada setor e, como será visto a seguir, do aprimoramento dos métodos econométricos aplicados nessa análise.

3. O MERCADO BRASILEIRO DE COMBUSTÍVEIS LEVES

3.1. Desenvolvimento institucional, características e estrutura do mercado brasileiro de etanol combustível

O processo de industrialização do Brasil foi pautado por um longo período de investimento e coordenação do setor público a fim de impulsionar diversas atividades industriais. A cadeia de produção sucroalcooleira até a década de 70 esteve focada na produção de açúcar e na produção de etanol para fins industriais. Contudo, o choque do petróleo, na mesma década promoveu uma alteração na condução da política econômica e o desenvolvimento do etanol como um substituto da gasolina passou a ser um programa de Estado. Nesse sentido, o governo brasileiro lançou o Programa Nacional do Álcool (PROALCOOL), em novembro de 1975, que tinha dois objetivos: produzir álcool para misturá-lo na gasolina e produzir etanol para abastecer os carros movidos exclusivamente por este produto.

O referido programa visava combater os efeitos dos choques do petróleo, reduzindo a necessidade de importação brasileira da gasolina. Até aquele momento, o baixo custo dos combustíveis fez com que o desenvolvimento de tecnologias alternativas não fosse viável, no entanto, quando o choque do petróleo evidenciou como os grandes produtores tinham capacidade de exercer o seu poder de mercado dado a sua concentração e a ausência de substitutos, o desenvolvimento de novas tecnologias para o uso de biocombustíveis passou a ser um componente estratégico para países cuja dependência de produtos derivados do petróleo importado era muito alta.

Esse programa promoveu um grande estímulo à ampliação da produção de etanol no país. Com efeito, a produção brasileira de etanol saltou de 580 mil litros em 1975 para 11,5 milhões em 1985 (GUERREIRO e RAIHER, 2009). No final da década de 80, entretanto, a queda nas cotações internacionais do petróleo, problemas de abastecimento e a nova constituição, exigiram uma alteração significativa no papel do estado.

Nesse contexto, o início da década de 90 foi marcado pela desregulamentação do setor sucroenergético. Entre as mudanças mais significativas, pode-se citar a extinção do IAA (Instituto do Açúcar e Álcool) e do Conselho Nacional do Petróleo (CNP). Esse processo durou quase 10 anos, sendo finalizado em 1999 com a liberação completa dos preços do etanol, do açúcar e da cana-de-açúcar. Nesse período, também foi criada a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) e o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE).

Ao final do processo de desregulamentação, o setor sucroalcooleiro tinha observado uma enorme alteração na estrutura e no funcionamento do mercado de etanol. Nesse período, a demanda por etanol combustível apresentava queda gradativa, que só foi alterada graças ao lançamento dos veículos *flexfuel* em março de 2003. Esta tecnologia estabeleceu uma relação direta entre o mercado de gasolina e de etanol hidratado, tornando a escolha do consumidor dependente da relação dos preços destes produtos e de seus rendimentos pelos veículos.

O crescimento da frota de carro *flex* no mercado brasileiro foi instantânea, sendo responsável por 20% dos emplacamentos já em 2007 (vide Figura 3).

Figura 3. Frota relativa de veículos por tipo de combustível no Brasil.
Fonte: SINDIPEÇAS (2016).

Essas mudanças criaram um ambiente econômico para o setor de combustíveis veicular muito particular no Brasil, em que a gasolina apresenta possibilidade de substituição quase perfeita com outro combustível (etanol hidratado). Esta particularidade traz o benefício da competição ao setor de combustíveis, o que é muito importante para garantir a concorrência e menores preços para os consumidores. Por outro lado, ela estabelece uma relação direta entre a receita dos produtores e a política de preço adotada para a gasolina no mercado nacional, especialmente porque existe uma empresa que detém mais de 95% da extração e do refino do petróleo no Brasil - a Petrobrás.

Outra característica do mercado brasileiro no ambiente no período pós-desregulamentação refere-se às normas estabelecidas pela ANP, as quais delimitam os três elos distintos da cadeia de comercialização dos combustíveis, e em especial do etanol: fornecedor (produtor, empresa de comercialização, importador ou cooperativa de produtores), distribuidor e posto revendedor.

Esse ambiente regulatório é instituído a partir de diversas resoluções da Agência. A Resolução ANP n. 43, de 22 de dezembro de 2009, entre outros aspectos, define o conceito de fornecedor de etanol e estabelece regras para a aquisição e comercialização deste produto. Com efeito, é tido como fornecedor de etanol: i) produtor de etanol com unidade fabril instalada no território nacional, ii) cooperativa de produtores de etanol, iii) empresa comercializadora de etanol, iv) agente operador de etanol, ou v) importador de etanol, não podendo, em nenhum dos casos, exercer as atividades de distribuição ou revenda varejista de combustíveis líquidos.

Em relação às regras de comercialização, a referida Resolução em seu Art. 6º estabelece que o fornecedor somente poderá comercializar etanol combustível com: I - outro fornecedor cadastrado na ANP; II - distribuidor autorizado pela ANP; ou III – para o mercado externo. Adicionalmente, a impossibilidade de o produtor de etanol vender diretamente ao posto revendedor está prevista no Art. 17º. da Resolução ANP n. 734, de 29 de junho de 2018.

Restrições para a comercialização de etanol entre distribuidores e revendedores também foram impostas inicialmente pela Portaria ANP 29 de fevereiro de 1999, posteriormente alterada pela Resolução ANP n. 7/2007 e, mais recentemente, pela Resolução ANP n. 58 de 17 de outubro de 2014. De acordo com as regras definidas nestas resoluções, o distribuidor somente poderá comercializar etanol combustível com outro distribuidor de combustíveis líquidos e com revendedor varejista de combustíveis automotivos autorizados pela ANP. Adicionalmente, as regras

estabelecidas impedem a comercialização de combustíveis líquidos por parte do distribuidor com revendedor varejista que não esteja autorizado pela ANP ou que optou por exibir a marca comercial de outro distribuidor.

Por fim, a Resolução ANP 41 de 5 de novembro de 2013, que regulamenta a atividade de revenda, estabelece em seu Artigo 14 que revendedor varejista de combustíveis automotivos somente poderá adquirir etanol de distribuidor de combustíveis autorizado pela ANP. Adicionalmente, em seu Artigo 25 a referida norma estabelece que o posto revendedor que exibe marca comercial de distribuidor em suas instalações deverá adquirir, armazenar e comercializar somente combustível fornecido pelo distribuidor detentor da referida marca.

Essas regras distinguem o mercado brasileiro de outros países com dimensões similares, cujas atividades dos agentes usualmente são menos restritas ou delimitadas. Elas também intensificam o interesse e a importância das análises como a ora proposta para verificar o comportamento dos agentes em cada um dos três elos da cadeia de comercialização do etanol, identificando possíveis respostas assimétricas e eventuais ineficiências decorrentes da estrutura regulatória vigente.

Nesse contexto, vale uma breve síntese das características e estrutura de cada um dos elos da cadeia de comercialização do etanol, bem como do consumo do produto no mercado nacional.

A Tabela 1 apresenta a distribuição da capacidade de produção das usinas por Estado da Federação. Como pode ser observado, o Estado de São Paulo é o território com maior quantidade de usinas e com a maior capacidade de produção tanto de etanol anidro quanto de hidratado, seguido por Minas Gerais e Goiás.

A importância de São Paulo na produção nacional também fica evidente quando se observa a Figura 4. As unidades no território paulista foram responsáveis por uma produção de 7,260 bilhões de litros na safra 17/18, seguida pela produção de Goiás (3,295 bilhões de litros) e do Mato Grosso do Sul, com 1,754 bilhões de litros.

No Norte e Nordeste, a produção está concentrada nos estados da região costeira. O principal estado produtor da região é Pernambuco com 229 milhões de litros na safra 2017/2018, seguido pela Paraíba (187 milhões de litros) e Alagoas (112 milhões de litros). Apesar desses Estados serem os maiores produtores regionais, o volume de produção não é capaz de atender toda a demanda local e depende de transferências de regiões como SP, MG e GO, como pode ser observado na Figura 8.

Tabela 1. Número de produtores e capacidade de produção de etanol hidratado e anidro por dia nos principais Estados produtores do Brasil (maio/2017).

Estados	Número de usinas	Produção total de hidratado (m³/dia)	Produção total de anidro (m³/dia)
SP	162	99.583	52.777
MG	38	21.418	12.521
GO	37	31.500	14.380
PR	30	13.280	7.420
MS	23	20.865	9.200
AL	19	5.190	3.668
PE	16	3.908	2.712
MT	11	7.338	5.456
Outros estados	48	14.950	8.472
Total Geral	384	218.032	116.606

Fonte: Elaborado com dados da ANP (2017a).

Figura 4. Produção de etanol hidratado no Brasil - Região Centro-Sul na safra 17/18 (em mil m³).
Fonte: Elaborado com dados da UNICA (2017).

Figura 5. Produção de etanol hidratado no Brasil - Região Norte e Nordeste na safra 17/18 (em mil m³).
Fonte: Elaborado com dados da UNICA (2017).

Em relação à concentração na produção de etanol, a despeito da consolidação observada especialmente após 2008, este é um elo da cadeia ainda pulverizado. Com efeito, o *market-share* dos principais grupos econômicos

produtores de etanol em termos de moagem de cana-de-açúcar pode ser observado na Figura 6. Estes dados evidenciam que os 10 maiores grupos são responsáveis por 50% da moagem de cana-de-açúcar do País.

Figura 6. Market-share de moagem de cana-de-açúcar na região Centro-Sul por grupos econômicos.

Fonte: UNICA (2017).

Cabe destacar que a oferta de etanol hidratado no Brasil é atendida basicamente pela produção interna, porém a importação correspondeu a uma parcela razoável para o suprimento nacional do etanol anidro nos últimos anos (Figura 7). Esta dependência cresceu significativamente principalmente na região Norte e Nordeste, pois o aumento da frota de veículos na região não foi acompanhado pelo aumento da capacidade de produção de etanol. Nesse sentido, para atender à demanda da região é necessário fazer transferências dos estados superavitários da Região Centro-Sul, tal como São Paulo, Goiás e Minas Gerais ou realizar importações.

Porém, como a capacidade de produção de etanol cresceu de forma muito acelerada durante os últimos 20 anos, principalmente nos EUA, houve um aumento na disponibilidade global deste produto e o mercado brasileiro se tornou um grande consumidor deste excesso de oferta nos EUA.

Figura 7. Importação de etanol Anidro e Hidratado.

Fonte: Elaborado com dados da (ANP, 2018c)

Além das importações, os fluxos internos de etanol são muito importantes para o mercado nacional (Figura 8). No caso do etanol anidro, o Estado de São Paulo se beneficia da produção deste produto, sendo o maior exportador do produto para outras regiões. Por outro lado, o Estado se caracteriza como importador líquido de hidratado, que tem como origem especialmente a produção de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Paraná.

Já no caso do anidro, São Paulo é responsável por atender o *déficit* do produto nos estados da região Sul, em Minas Gerais, no Rio de Janeiro e no Nordeste. Além disso, como o *déficit* no Norte-Nordeste é elevado em relação ao anidro e a importação não é regular, Goiás e o Mato Grosso têm um papel fundamental para atender à demanda pelo produto nessa região.

Figura 8. Transferências de etanol anidro e hidratado entre os estados brasileiros na safra 2016/2017.

Fonte: Elaborado com os dados de (ANP, 2018a).

A distribuição de etanol hidratado no Brasil está concentrada em três grandes distribuidoras: Raízen, Petrobrás-BR e Ipiranga. Estas empresas representaram 54,2% do mercado de distribuição de etanol hidratado em 2018 (vide Tabela 2). Apesar do somatório de *market-share* indicar uma indústria relativamente concentrada com um CR4 de 61,4%, o HHI² da distribuição de etanol atingiu 1084,57, o que representa um coeficiente de concentração relativamente baixo. Esta diferença entre os coeficientes pode estar relacionada com o grande número de distribuidoras com participação de mercado muito pequena. Não obstante, vale ressaltar que estes dados representam as condições para o mercado brasileiro como um todo e podem sofrer alterações importantes quando a análise se concentra em algum mercado regional.

Além da concentração, outra característica importante na comparação do setor de produção com o setor de distribuição de hidratado refere-se à capacidade de armazenagem. No caso do produtor, observa-se uma capacidade de armazenamento superior a 50% da sua capacidade de produção. Para a distribuição, esses valores são reduzidos e o estoque efetivo mantido pelas empresas raramente ultrapassa 15 dias de consumo.

O segmento de revenda de combustível no Brasil, por sua vez, é concentrado nas regiões de maior incidência populacional. O Estado de São Paulo responde por cerca de 26,5% dos postos do País, seguido por Minas Gerais com 11,9% e o Paraná com 7,8%.

A bandeira das três principais distribuidoras (Petrobrás, Ipiranga e Raízen) está presente em postos localizados em quase todos os Estados da federação. No geral, 74% dos postos estão localizados na região Centro-Sul, sendo a Ipiranga a principal distribuidora presente na região, seguida pela Raízen e pela Petrobrás. No Norte e Nordeste, a BR se caracteriza como o principal distribuidor regional.

Tabela 2. Participação das distribuidoras nas vendas nacionais de etanol hidratado, em ordem decrescente – 2018.

Ranking	Distribuidoras	Participação individual (%)	Participação Acumulada (%)
1	Raízen	19,5	19,5
2	BR	17,7	37,2
3	Ipiranga	17,0	54,2
4	Diamante	7,2	61,4
5	Gran Petro	3,2	64,7
6	Petrozara	3,1	67,7
7	Aspen	2,1	69,9
8	Alesat	2,1	71,9
9	Monte Cabral	1,9	73,9
10	Petroball	1,6	75,5
11	Outros	24,5	100,00

Fonte: (ANP, 2018d).

² Herfindahl–Hirschman Index é um dos principais indicadores para medir concentração de mercado. Segundo o departamento de justiça dos Estados Unidos e o Federal Trade Commission, se o HHI está entre 1500 e 2500 pontos a indústria é considerada moderadamente concentrada. Por outro lado, se este número ultrapassa 2500, a indústria apresenta sinais de elevada concentração.

Tabela 3. Quantidade de distribuidoras, tanques e capacidade de armazenamento por estado em 2017.

Estados	Distribuidoras autorizadas		Número de Tanques Próprios		Tancagem Total Própria (m³)		Número de Tanques Compartilhados		Tancagem Total Compartilhada (m³)		Número total de tanques		Tancagem Total (m³)	
	Quant	Part. %	Quant	Part. %	Quant	Part. %	Quant	Part. %	Quant	Part. %	Quant	Part. %	Quant	Part. %
SP	39	24%	40	19%	548,117	22%	10	18%	249,123	22%	50	19%	797,240	22%
PR	34	21%	20	9%	65,749	3%	9	16%	294,371	26%	29	11%	360,120	10%
MT	15	9%	22	10%	103,385	4%	3	5%	9,470	1%	25	9%	112,855	3%
RJ	12	7%	12	6%	201,735	8%	2	4%	42,671	4%	14	5%	244,406	7%
GO	11	7%	3	1%	14,942	1%	6	11%	88,075	8%	9	3%	103,017	3%
BA	9	6%	14	7%	145,704	6%	5	9%	51,089	4%	19	7%	196,794	5%
MG	7	4%	15	7%	204,582	8%	5	9%	57,519	5%	20	7%	262,101	7%
PE	7	4%	2	1%	7,910	0%	2	4%	100,063	9%	4	1%	107,973	3%
AM	6	4%	4	2%	104,338	4%	1	2%	8,090	1%	5	2%	112,428	3%
RS	5	3%	13	6%	228,775	9%	1	2%	20,616	2%	14	5%	249,391	7%
SC	5	3%	12	6%	34,732	1%	1	2%	15,756	1%	13	5%	50,488	1%
RN	3	2%	2	1%	34,256	1%	0	0%	0	0%	2	1%	34,256	1%
CE	2	1%	3	1%	52,526	2%	1	2%	54,505	5%	4	1%	107,031	3%
MS	2	1%	11	5%	50,289	2%	0	0%	0	0%	11	4%	50,289	1%
DF	1	1%	1	0%	37,726	2%	3	5%	23,805	2%	4	1%	61,531	2%
ES	1	1%	2	1%	106,732	4%	0	0%	0	0%	2	1%	106,732	3%
MA	1	1%	4	2%	119,663	5%	2	4%	31,874	3%	6	2%	151,538	4%
SE	1	1%	1	0%	3,130	0%	1	2%	24,653	2%	2	1%	27,783	1%
AC	0	0%	3	1%	8,756	0%	0	0%	0	0%	3	1%	8,756	0%
AL	0	0%	1	0%	20,089	1%	1	2%	18,299	2%	2	1%	38,388	1%
AP	0	0%	1	0%	14,370	1%	0	0%	0	0%	1	0%	14,370	0%
PA	0	0%	17	8%	204,778	8%	1	2%	50,058	4%	18	7%	254,836	7%
PB	0	0%	2	1%	35,415	1%	0	0%	0	0%	2	1%	35,415	1%
RO	0	0%	6	3%	57,436	2%	1	2%	13,262	1%	7	3%	70,699	2%
RR	0	0%	2	1%	7,687	0%	0	0%	0	0%	2	1%	7,687	0%
TO	0	0%	2	1%	46,613	2%	0	0%	0	0%	2	1%	46,613	1%
Total Geral	161		215		2,459,437		55		1,153,298		270		3,612,735	

Fonte: ANP (2017e).

Os postos de bandeira branca possuem uma função importante no setor. Eles não dispõem de nenhum contrato de exclusividade e, via de regra, conseguem acessar preços de etanol hidratado mais baratos durante a compra das distribuidoras. Por outro lado, esses postos usualmente concentram a maior parte dos problemas de qualidade do seu produto e podem ter maior dificuldade junto aos consumidores devido à assimetria de informação relacionada à confiabilidade do produto. Como ainda existem casos de adulteração do combustível, é de se esperar que o consumidor tome a decisão de abastecimento levando em consideração a suposta garantia de qualidade do produto oferecida pelos postos bandeirados (que ostentam marca de uma distribuidora reconhecida).

Nessa linha, a Tabela 4 apresenta a quantidade de postos autorizados pela ANP no ano de 2017 e a participação das principais distribuidoras sobre o total dos postos autorizados.

Atualmente, existem 41.984 postos em operação, dos quais 66,5% estão na região CS e 21,9% estão no Estado de São Paulo. Entre as bandeiras utilizadas por esses postos, o *market-share* da Petrobrás (BR) é o maior tanto no Centro-Sul (18,8%) quanto no Norte-Nordeste (17%). Já a Ipiranga e a Raízen apresentam maior participação na região CS, com 17% e 14,3%, respectivamente. Na região NNE, a Raízen tem apenas 8,9% dos postos enquanto a Ipiranga

apresenta 8% de *market-share*. A região NNE possui 49,3% dos postos com bandeira branca, enquanto que o CS possui somente 39,5%.

Tabela 4. Quantidade de postos autorizados a funcionar no Brasil em 2017.

Grandes regiões e unidades da Federação	Quantidade de postos revendedores de combustíveis automotivos						
	Total	BR	Ipiranga	Raízen	Alesat	Bandeira branca ¹	Outras ²
Brasil	41.984	7.635	5.881	5.245	1.269	17.960	3.994
Região Norte	3.362	596	469	341	48	1.377	531
Rondônia	590	114	106	44	0	236	90
Acre	184	68	20	13	0	51	32
Amazonas	729	83	60	57	0	216	313
Roraima	118	40	10	2	0	51	15
Pará	1.183	184	195	189	28	512	75
Amapá	128	30	37	3	0	58	0
Tocantins	430	77	41	33	20	253	6
Região Nordeste	10.703	1.790	657	907	425	5.553	1.371
Maranhão	1.481	127	111	116	75	868	184
Piauí	956	115	97	60	23	570	91
Ceará	1.580	328	87	211	84	618	252
Rio Grande do Norte	605	154	25	28	84	230	84
Paraíba	787	108	42	35	49	422	131
Pernambuco	1.520	296	126	139	40	674	245
Alagoas	567	184	45	47	19	224	48
Sergipe	303	113	5	26	4	72	83
Bahia	2.904	365	119	245	47	1.875	253
Região Sudeste	16.281	3.174	2.525	2.643	607	6.822	510
Minas Gerais	4.317	926	470	490	282	1.909	240
Espírito Santo	682	134	93	121	52	207	75
Rio de Janeiro	2.107	474	332	454	96	730	21
São Paulo	9.175	1.640	1.630	1.578	177	3.976	174
Região Sul	7.959	1.297	1.913	1.055	112	2.451	1.131
Paraná	2.757	398	518	346	15	1.201	279
Santa Catarina	1.983	255	469	278	82	566	333
Rio Grande do Sul	3.219	644	926	431	15	684	519
Região Centro-Oeste	3.679	778	317	299	77	1.757	451
Mato Grosso do Sul	635	216	67	46	0	165	141
Mato Grosso	1.094	194	63	97	18	512	210
Goiás	1.642	233	134	99	58	1.018	100
Distrito Federal	308	135	53	57	1	62	0

Fonte: ANP (2016).

3.2. Estudos sobre assimetria de transmissão de preços no mercado de etanol e de combustíveis líquidos no Brasil

Os estudos sobre a assimetria de transmissão de preços no Brasil e, em particular, nos mercados associados ao setor sucroenergético, tiveram um avanço a partir dos anos 2000.

Dentre os primeiros trabalhos realizados na área nesse período, o artigo do Alves (2003) discute a transmissão de preços entre os produtos no setor sucroalcooleiro ao longo da cadeia de produção. Utilizando o método de Autoregressão Vetorial com Correção de Erro (VEC), o autor encontrou uma relação assimétrica entre a transmissão de preços do mercado de açúcar e etanol. Em especial, vale mencionar que choques ocorridos nos preços do açúcar industrializado foram transmitidos para o mercado de etanol anidro com um período de defasagem, enquanto que os choques inversos levavam quatro períodos para serem transmitidos para o outro mercado. Contudo, segundo o autor, a magnitude destes efeitos foi menor do que era esperada dada a conjuntura do setor.

A dinâmica de preços no mercado sucroalcooleiro também foi estudada por Silveira (2004). O objetivo da autora era avaliar a interrelação entre os preços domésticos e externos do açúcar industrializado. Apesar de não estar no objetivo central do estudo, a assimetria de transmissão de preços entre o mercado doméstico e o mercado externo de açúcar foi verificada e indicava que os preços no mercado doméstico tendiam a acompanhar os preços externos quando estes estavam subindo e se descolavam dos valores internacionais quando estes apresentavam queda.

Nessa linha, o trabalho desenvolvido por Bacchi (2005) buscou apresentar um modelo analítico que pudesse explicar o comportamento dos preços dos produtos do setor sucroalcooleiro junto com o de combustíveis fósseis, em especial a gasolina. Para isso, a autora utilizou o método de Vetor Autoregressivo com Correção de Erros (VEC) para estimar a interrelação dos preços do álcool hidratado e anidro (para o produtor), álcool hidratado no varejo, o preço do açúcar no mercado interno e externo, além do preço da gasolina no varejo.

Com base nas análises de impulso e resposta, a autora identificou que os choques nos preços da gasolina tipo C tinham efeitos imediatos e de grande magnitude no mercado de etanol hidratado. Esse resultado não era tão óbvio à época, pois a frota de veículos flex no país ainda não tinha a mesma proporção tal como vigora atualmente. Além disso, os resultados a respeito da relação entre os preços do açúcar no mercado doméstico e externo também apresentaram resultados mais expressivos do que aqueles obtidos no trabalho de Silveira (2004).

Além desses estudos que avaliaram as relações entre os preços do açúcar, do etanol e da gasolina, Alves (2009) apresentou outros questionamentos envolvendo a assimetria de transmissão de preços entre mercados regionais. A avaliação buscava identificar a magnitude dos custos de transação e a influência destes sobre a transmissão de preços entre mercados regionais brasileiros de açúcar, etanol anidro e hidratado. Para isso, foram empregados dois modelos distintos no trabalho: o modelo Autoregressivo com *Threshold* (TAR) e o Autoregressivo com Correção de Erros *Threshold* (TVEC).

Assim como descrito por Meyer e Von Cramon-Taubadel (2004), os modelos econométricos com *Threshold* devem ser utilizados quando se tem uma hipótese de que existam assimetrias associadas aos custos entre os mercados regionais.

Os principais resultados apresentados pela autora foram que os modelos que incorporam custos de transação possuem uma convergência mais rápida dos desvios de longo prazo das séries de preços. Além disso, os resultados indicaram que regiões mais próximas tendem a convergir para a relação de longo prazo com mais agilidade do que os mercados mais distantes.

Além disso, a autora verificou que os mercados mais distantes de Ribeirão Preto têm uma defasagem temporal de transmissão de preços muito mais assimétrica para o anidro do que para o hidratado. Desta forma, concluiu que a transmissão de preço possui assimetria de intensidade e temporal para ambos os produtos, e que essa assimetria se agrava à medida que os mercados estejam mais distantes da região que apresenta a precificação primária destes produtos.

Block, Coronel e Veloso (2012) também analisaram o processo de transmissão de preços no setor sucroalcooleiro. Os autores empregaram o modelo de Vetor Autoregressivo (VAR) e verificaram que os preços da cana-de-açúcar e do açúcar são muito influenciados pelas oscilações do preço do etanol hidratado, contudo as variações nos preços destes produtos não influenciaram de forma significativa o preço do etanol. Com base nestes resultados, os autores concluíram que o processo de transmissão de preços era efetivo, pois havia integração entre os preços dos produtos do setor sucroalcooleiro.

Com o objetivo de medir assimetria de transmissão de preços no varejo de combustíveis, em especial, do etanol hidratado, Santos (2012) parte do princípio de que a concentração de mercado seria um ponto fundamental para explicar a assimetria de transmissão de preços. Para isso, a autora usa os dados da ANP de preços semanais por cidade e classifica estes territórios como grandes e pequenas cidades para então verificar se a hipótese de que a concentração de mercado tende a refletir em maior assimetria de transmissão de preço. A classificação das cidades como grande e pequena buscou segmentar os dados entre mercados menos e mais concentrados, respectivamente.

Os resultados encontrados pela pesquisa mencionada demonstram que nas cidades pequenas, onde a concentração é maior, a ocorrência de assimetria de transmissão de preço ocorria de forma muito mais rápida para os aumentos de preço e menos intensa nas quedas. Este resultado sugere que a assimetria de transmissão de preço pode estar associada ao exercício de poder de mercado dos postos em cidades com menor concorrência.

Santos, Aguiar e Figueiredo (2015), por sua vez, aplicaram a mesma metodologia de assimetria de transmissão de preço como um método para identificar possíveis indícios de exercício de poder de mercado em algumas cidades do Estado de São Paulo. Os resultados obtidos pelos autores indicam que apenas uma, entre as 18 cidades estudadas, apresentava transmissão de preço simétrica no curto prazo, (Presidente Prudente), as demais apresentaram assimetria positiva de preços. Para o longo prazo, o estudo indicou que três cidades apresentavam transmissão simétrica de preços, quatro tinham assimetria negativa e onze cidades exibiam assimetria positiva.

O trabalho de Frascaroli e Carvalho (2016) analisou a transmissão de preços no mercado de etanol anidro e hidratado nos estados de Alagoas e Pernambuco. Os autores buscavam identificar o funcionamento da Lei do Preço Único por meio da identificação de assimetria de transmissão de preço (caso os resultados indicassem a presença de assimetria de transmissão de preço, possivelmente a hipótese de lei dos preços únicos seria refutada).

Segundo os autores, esses mercados são altamente cointegrados, o que indica que os desvios de curto prazo tendem a se ajustar à trajetória de longo prazo com muita agilidade.

Outro ponto avaliado pelos autores foi a possível presença de custos de transação no setor, o que poderia incentivar a ocorrência de assimetria de transmissão de preços. Os resultados dessa análise, entretanto, indicaram que as existências destes custos tinham pouco impacto sobre a forma como os preços eram transmitidos entre os elos da cadeia de comercialização etanol combustível naquela região.

Além dos trabalhos que analisaram o comportamento dos preços dos produtos do setor sucroalcooleiro com os demais mercados correlatos, existem vários estudos no âmbito de organização industrial que buscaram avaliar a estrutura e a conduta dos agentes no setor sucroalcooleiro. Esta literatura é importante para o desenvolvimento deste

trabalho, pois ela pode trazer indicações para justificar determinados comportamentos assimétricos na transmissão de preços do etanol.

Com base nessa perspectiva, o trabalho de Lopes Silva e Conejero (2010) traz uma visão ampla sobre o tema no processo de comercialização do etanol. Os autores fizeram um levantamento qualitativo das relações entre os agentes do mercado e observaram que as distribuidoras de etanol combustível possuem uma relação de poder tanto a montante quanto a jusante da cadeia de comercialização.

De acordo com os autores, a possibilidade de poder de mercado da distribuição se dá pela coerção, experiência, legitimidade e referência. A coerção ocorre devido a diversos fatores ligados à concentração de mercado e às imposições legais que estabelecem a obrigatoriedade de um elo de distribuição na cadeia de suprimento de combustíveis. Já a experiência, a legitimidade e a referência para o mercado também afetam as relações de poder, pois sobre a ótica do consumidor a bandeira da distribuidora tem um papel fundamental para reduzir a assimetria de informação entre estes e os postos de combustíveis no tocante a qualidade do produto.

Contudo, os autores distinguem a relação de poder entre as distribuidoras, afirmando que nem todas as distribuidoras possuem a mesma situação. Nesse caso, afirmam que as distribuidoras emergentes geralmente possuem maior dificuldade de negociação com as usinas e possuem pouca referência no mercado para sustentar os postos com sua bandeira.

Nessa linha, Beiral (2011) aplicou procedimento associado à Nova Organização Industrial Empírica (NEIO na sigla em inglês) para medir a conduta das empresas envolvidas na produção e na distribuição de etanol combustível no Estado de São Paulo.

Os resultados encontrados pela autora se baseiam nos parâmetros de conduta de mercados $\theta \in [0,1]$. Esta é uma medida de sensibilidade dos preços em relação às mudanças da elasticidade-preço da demanda. Quando esse parâmetro se aproxima de 0, tem-se um mercado operando num sistema de concorrência perfeita. Quando $\theta \rightarrow 1$, o mercado se assemelha a um monopólio. Apesar de não existir um consenso sobre o valor cujo θ pode gerar preocupação, os resultados apresentados pela autora mostram que o indicador é relativamente reduzido para o setor de distribuição, mas cresceu ao longo do período analisado (2003 a 2010).

Segundo a autora, este crescimento se deve às fusões e às aquisições que ocorreram durante o período. Apesar de não ser condição suficiente, a concentração de mercado é condição necessária para que as empresas possam exercer o poder de mercado. Logo, a rejeição da hipótese de concorrência perfeita e de monopólio tal como descrito pela autora é uma evidência empírica importante para o desenvolvimento do estudo sobre a assimetria de transmissão de preço.

Silva (2011), por sua vez, analisou o comportamento do mercado de distribuição e varejo no Brasil, mas avaliou o comportamento dos preços da gasolina nesses elos. Especificamente, o objetivo do seu trabalho foi avaliar a assimetria de transmissão de preço desagregada por município no País. O autor utilizou dois modelos para verificar a assimetria de transmissão de preços baseados no método de cointegração: o modelo de correção de erros com *threshold* (TAR) e o momentum *threshold* (MTAR). Esta análise envolveu cidades em várias regiões do país e encontrou padrões de comportamento distintos em cada uma delas. Segundo o autor, as assimetrias observadas são decorrentes do custo de ajustamento (custo de menu) e da concentração de mercado.

Os resultados apresentados pelo autor indicam que o mercado do varejo de gasolina possui uma maior cointegração regional. Contudo, a análise de transmissão de preços apontou que somente metade dos municípios apresentava simetria de transmissão. Além disso, dentre as cidades onde os preços se ajustavam simetricamente, a maior parte estava localizada na região Sudeste e Sul do Brasil. As regiões Centro-Oeste e Norte também apresentaram

resultados semelhantes, embora em proporções menores. A região Nordeste foi a que apresentou o pior desempenho, com um número muito maior de cidades onde os preços se ajustavam com algum tipo de assimetria.

O mercado de atacado apresentou um resultado diferente daquele encontrado no varejo, nele quase todas as cidades apresentavam cointegração de preços, já os resultados sobre a assimetria foram muito divergentes quando comparados os modelos TAR e MTAR. Segundo o modelo TAR, metade das cidades teria assimetria de transmissão de preço, enquanto que no modelo MTAR somente um quarto das cidades apresentaram algum indício de assimetria.

Neste sentido, a conclusão do autor foi de que o mercado de gasolina não é eficiente na transmissão de preço entre as distribuidoras e os postos. Não obstante, a conclusão do autor deve ser tomada com cautela, pois ao mensurar assimetria de transmissão de preços não está sendo avaliada a eficiência do processo, mas sim uma condição de mercado criada a partir de uma série de fatores. Conforme Meyer e Von Cramon-Taubadel (2004), o fato de existir assimetria de transmissão de preço não configura uma falha de mercado.

Apesar dos inúmeros estudos apresentados neste tópico, nenhum deles realizou uma análise ampla e completa sobre a transmissão de preços nos diferentes elos da cadeia de comercialização de etanol hidratado combustível (produtor, distribuidor e revenda), estabelecendo uma lacuna importante que busca ser preenchida por esta pesquisa. Ademais, a proposta aqui apresentada se diferencia substancialmente dos estudos disponíveis, pois, como será visto posteriormente, adota um ferramental metodológico que supera várias limitações observadas nas metodologias empregadas pelos trabalhos disponíveis sobre o tema.

3.3. Considerações sobre a forma de precificação do etanol combustível no Brasil

Dentre os principais mecanismos de precificação no mercado atacadista de combustíveis no Brasil, destacam-se duas modalidades: o *Cost-Plus* (CP) e o *Retail Based Pricing* (RBP). O primeiro mecanismo é muito comum na distribuição, com o gerenciamento do preço realizado a partir do valor de aquisição dos combustíveis. Nesse caso, o distribuidor somente se preocupa com a definição de sua margem de distribuição. O segundo mecanismo, por outro lado, explora o preço da revenda e determina o valor da distribuição em função de uma regra de negócio que divide a margem integrada³ entre o distribuidor e o revendedor.

Nesse contexto, como o primeiro mecanismo é mais simples de ser implementado, ele é geralmente utilizado pelas pequenas distribuidoras. Algumas das grandes distribuidoras também utilizam este mecanismo devido à maior dificuldade para a aplicação do RBP, que pode ter um custo não justificado para o seu modelo de negócio.

A seguir, essas diferentes lógicas de precificação e os seus possíveis impactos sobre a transmissão de preços do etanol serão melhor detalhados.

3.3.1. Cost-Plus Pricing

Segundo Bentzen e Hirschey (2016), o método de precificação *Cost-Plus* (CP) consiste na adição de uma margem (*markup*) sobre o custo unitário do produto. Este mecanismo é utilizado em mercados como o de *commodities*, dado que o volume de negociações é muito grande e a captura do valor deste produto para o consumidor é mais difícil do que em produtos industrializados com custos controlados.

³ Margem integrada é igual a soma da margem do distribuidor e do revendedor.

De acordo com esses autores, nesse caso a regra de margem sobre o custo é dada pela diferença entre o preço e o custo marginal, relativa ao custo marginal ($Margem_c = (P - CMg)/CMg$). O nível ótimo de margem sobre o custo é definido por $Margem_c^* = -1/(e_p + 1)$, em que e_p representa a elasticidade preço da demanda do produto em questão.

No caso do etanol, quando as distribuidoras utilizam esta metodologia, elas não identificam o real valor do produto para o seu consumidor final e não realizam uma discriminação de preço adequada. Via de regra, quando a distribuidora se baseia nos seus custos, o repasse dos preços tende a ser mais simétricos em função do uso de uma lógica pré-estabelecida. Por outro lado, estes distribuidores tendem a serem menos competitivos em função da assimetria de informação em relação aos que investem no mecanismo de RBP e que, portanto, conseguem adequar a sua margem em função do preço e da dinâmica da revenda.

Apesar dessa desvantagem, o CP é o mecanismo empregado por várias empresas de distribuição no Brasil, devido ao seu baixo custo operacional e às dificuldades de acesso a informação da revenda nas diferentes regiões do País (nesse caso, a coleta de informações é tida como extremamente custosa, inviabilizando a adoção do RBP).

3.3.2. Retail Based Pricing

O método *Retail Based Pricing* (RBP) é utilizado, em geral, em mercados cujas empresas conseguem capturar o valor atribuído pelo consumidor e, dessa forma, definirem a margem de comercialização considerando o efeito do preço final do produto sobre as suas vendas.

Segundo Bentzen e Hirschey (2016), a margem sobre o preço nesse caso é estabelecida como a diferença entre o preço e o custo marginal relativa ao preço, ou seja, $Margem_p = (P - CMg)/P$. Para que a receita marginal seja igual ao custo marginal, a margem ótima deve ser definida por $Margem_p^* = -1/e_p$.

No mercado de combustíveis no Brasil, dado que se observam características bastante peculiares em cada uma das regiões de revenda, é de se esperar que o distribuidor consiga ser mais competitivo ao definir seus preços levando em consideração as condições existentes em cada uma das regiões.

Apesar dessa aparente vantagem, poucas distribuidoras conseguem executar este tipo de precificação, pois ela exige a contratação de empresas de coleta de informações, as quais visitam periodicamente os postos e registram os preços dos produtos, a data da visita, a localização da revenda, a bandeira, entre outras informações que possibilitam à distribuidora identificar a melhor estratégia de precificação.

3.4. Formação de preço do etanol hidratado no Brasil

Conceitualmente, a formação do preço do etanol hidratado no Brasil segue a estrutura apresentada na Tabela 5. Em geral, os principais componentes variáveis são o preço ao produtor sem impostos, a margem da distribuidora e a margem da revenda. Os demais itens se referem à tributação incidente em cada elo da cadeia de suprimento.

Os tributos aplicados ao produto são o PIS/Pasep Cofins (imposto federal) e o ICMS⁴ (imposto estadual). A Contribuição sobre Intervenção do Domínio Econômico (CIDE) também pode ser aplicada ao etanol hidratado, mas a alíquota deste tributo se manteve zerada para o biocombustível desde sua criação.

Tabela 5. Formação de preço do etanol hidratado.

Preço Produtor	Cálculo
<i>A</i> Preço ao Produto sem impostos ¹	
<i>B</i> Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico – Cide ²	
<i>C</i> PIS/Pasep e COFINS ³	
<i>D</i> Preço de Faturamento sem ICMS = A+B+C	$A + B + C$
<i>E</i> ICMS produtor ⁴	$[(D / (1 - \text{ICMS}\%)) - D]$
<i>F</i> Preço ao Produto com impostos	
Preço Distribuidora	Cálculo
<i>G</i> Frete até a Base de Distribuição ⁵	
<i>H</i> Custo de Aquisição da distribuidora	$F + G$
<i>I</i> Frete da base de distribuição até o posto revendedor	
<i>J</i> Margem da Distribuidora	
<i>K</i> PIS/Pasep e COFINS	
<i>L</i> Preço da Distribuidora sem ICMS	$H + I + J + K - E$
<i>M</i> ICMS da distribuidora	$[(L / (1 - \text{ICMS}\%)) - L - E]$
<i>N</i> Preço da Distribuidora com ICMS e sem a Substituição Tributária da Revenda	$M + L + E$
<i>O</i> (i) ICMS da Substituição Tributária da revenda (com PMPF) ⁶ (ii) ICMS da Substituição Tributária da revenda (na ausência do PMPF) ⁷	$O = (\text{PMPF} \times \text{ICMS}\%) - E - M$ $O = \% \text{ MVA} \times (E + M)$
<i>P</i> Preço de faturamento da distribuidora	$N + O$
Preço Revendedor	Cálculo
<i>Q</i> Preço de aquisição da distribuidora	P
<i>R</i> Margem da revenda	
<i>S</i> Preço bomba do etanol hidratado combustível	$Q + R$

(1) Preço FOB (sem fretes e sem tributos). Já inclui a margem do agente econômico.

(2) Lei nº 10.336, de 12/12/01 e suas alterações, combinada com o Decreto nº 5.060, de 30/04/04 e suas alterações

(3) Lei nº 11.727, de 23/06/08 e suas alterações combinada com o Decreto nº 6.573, de 19/09/08 e suas alterações (para os contribuintes que optaram pela alíquota específica)

(4) Alíquotas estabelecidas pelos governos estaduais (com reduções das bases de cálculo, se houver) e acrescidas do "Fundo de Pobreza" (se houver). Algumas legislações estaduais diferem o ICMS para a distribuidora ou antecipam para o produtor.

(5) Frete até a base de distribuição (quando cobrados separadamente)

(6) Preço Médio ao Consumidor Final (PMPF) estabelecido por Ato Cotepe / PMPF

(7) Margem de Valor Agregado (MVA) estabelecido por Ato Cotepe / MVA (apenas na ausência do PMPF). Fonte: (ANP, 2016).

⁴ ICMS - Imposto Sobre Circulação de Mercadorias.

4. MODELOS ECONOMÉTRICOS PARA ESTIMAR A ASSIMETRIA DE TRANSMISSÃO DE PREÇOS

Desde a década de 50, diversos modelos foram desenvolvidos e aplicados na avaliação da ATP. Dentre os autores que fizeram um levantamento desses modelos, pode-se citar os trabalhos de Frey et al. (2005) e Meyer e Von Cramon-Taubadel (2004). Esses últimos destacam a separação dos métodos disponíveis em dois períodos: pré e pós desenvolvimento da teoria de cointegração.

Baseado nesses levantamentos prévios e na análise de inúmeros artigos, nesse tópico se busca apresentar de forma objetiva o desenvolvimento dos modelos adotados para a análise da ATP, justificando a escolha do procedimento adotado no presente estudo.

Nessa linha, um dos primeiros artigos que buscou desenvolver um método para avaliar a transmissão de preços foi elaborado por Farrell (1952). O procedimento empregado pelo autor parte de uma pressuposição simples de que o preço de um produto depende do seu preço no elo anterior da cadeia. Assim, o valor de um produto para o consumidor no momento t (p_t^o) seria determinado por meio de uma relação linear com o preço deste mesmo produto no elo anterior da cadeia no mesmo período, ou seja, seria determinado pelo preço pago ao produtor no período t (p_t^i) acrescido de um componente de erro aleatório (ε_t) que representaria os choques não explicados pelo modelo (eq. 1).

$$p_t^o = \alpha + \beta_1 p_t^i + \varepsilon_t \quad (1)$$

Enquanto Farrell elaborou o seu modelo baseado na irreversibilidade da função demanda, Tweeten, Quance e Johnson (1969) empregaram um método diferenciado associado à irreversibilidade da função de oferta. Neste artigo, os autores analisaram o mercado de alimentos nos Estados Unidos, com destaque para a magnitude da elasticidade dos preços dos produtos agropecuários no curto e no longo prazo. Eles aplicaram um método econométrico para identificar se os preços dos produtores eram mais ou menos responsivos a quedas ou a aumentos de preços. Para captar esse comportamento, definiram uma variável *dummy* que diferenciava os aumentos e as quedas de preços, de tal forma que o comportamento dos preços no mercado poderia ser identificado por:

$$p_t^o = \alpha + \beta_1^+ D_t^+ p_t^i + \beta_1^- D_t^- p_t^i + \varepsilon_t \quad (2)$$

Nesse caso, $D_t^+ = 1$ quando $p_t^i \geq p_{t-1}^i$ e $D_t^+ = 0$ quando ocorre o contrário. A lógica inversa é adotada na definição de D_t^- , que assume valor 1 quando $p_t^i < p_{t-1}^i$ e 0, caso a relação esteja invertida.

Esta distinção das variáveis faz com que o preço do produto seja explicado pelos aumentos e pelas quedas de preços. Logo, β_1^+ e β_1^- são os parâmetros que descrevem a magnitude dos movimentos de alta e de baixa, respectivamente. A assimetria de transmissão de preço é verificada por meio de um teste F que avalia se esses coeficientes são estatisticamente distintos.

Nesse contexto, Wolfram (1971) publicou uma nota explicando por que a metodologia proposta por Tweeten, Quance e Johnson (1969) estava equivocada e não era suficiente para detectar a assimetria de transmissão de preço em qualquer mercado. Em sua argumentação, o autor propôs uma metodologia diferente para separar os dados,

na qual a definição do preço ao consumidor era dada pelas diferenças acumuladas das variações dos preços ao produtor em relação ao seu valor inicial (eq. 3)

$$p_t^o = \alpha + \beta_1^+ \left(p_0^i + \sum_{t=1}^T D_t^+ \Delta p_t^i \right) + \beta_1^- \left(p_0^i + \sum_{t=1}^T D_t^- \Delta p_t^i \right) + \varepsilon_t \quad (3)$$

Dado que o preço inicial na eq. (3) não apresenta nenhuma vantagem em termos econométricos, Houck (1977) definiu uma nova estratégia de análise em que o valor do preço inicial é usado somente no valor do produto ao consumidor, tomando a diferença entre o preço atual e o preço inicial $p_t^o - p_0^o = p_t^{o*}$. Assim, a estrutura inicial proposta por Houck (1977) é dada por:

$$p_t^{o*} = \alpha t + \beta_1^+ \sum_{t=1}^T D_t^+ \Delta p_t^i + \beta_1^- \sum_{t=1}^T D_t^- \Delta p_t^i + \varepsilon_t \quad (4)$$

O autor também propôs uma alternativa para a estimação, considerando somente as diferenças de preços:

$$\Delta p_t^o = \alpha + \beta_1^+ D^+ \Delta p_t^i + \beta_1^- D^- \Delta p_t^i + \varepsilon_t \quad (5)$$

Apesar do avanço, esse sistema foi amplamente criticado devido à inclusão de um parâmetro constante nas equações, o qual implica na existência de uma tendência no modelo. Neste sentido, ao utilizar estes modelos propostos por Houck (1977), alguns autores podem acabar desconsiderando este efeito e chegando a conclusões equivocadas.

Nessa linha, Ward (1982) utilizou o modelo de assimetria de Wolfram (1971) e aprimorou a metodologia usando a defasagem temporal das variáveis explicativas para poder estimar a assimetria de transmissão de preço no mercado de vegetais americano. Desta forma, as duas equações (4) e (5) foram alteradas para incorporar as defasagens conforme especificado nas equações (6) e (7), respectivamente.

$$p_t^{o*} = \alpha t + \sum_{j=1}^K \left(\beta_j^+ \sum_{t=1}^T D^+ \Delta p_{t-j+1}^i \right) + \sum_{j=1}^L \left(\beta_j^- \sum_{t=1}^T D^- \Delta p_{t-j+1}^i \right) + \varepsilon_t \quad (6)$$

$$\Delta p_t^o = \alpha + \sum_{j=1}^K (\beta_j^+ D^+ \Delta p_{t-j+1}^i) + \sum_{j=1}^L (\beta_j^- D^- \Delta p_{t-j+1}^i) + \varepsilon_t \quad (7)$$

Na equação acima, K representa a quantidade de defasagens aplicadas sobre as variações negativas e L indica a quantidade de defasagens aplicadas às variações positivas.

Além do modelo de assimetria, Ward (1982) utilizou o teste de causalidade de Granger para verificar a direção das relações de preços entre os elos produtor atacado e varejo. Os resultados encontrados pelo autor indicaram que o atacado era o elo que produzia assimetria, pois as quedas de preço eram repassadas para o elo do varejo com muito mais intensidade do que os aumentos. Além disso, ele também concluiu que as quedas do preço do atacado também eram transmitidas com maior magnitude para os produtores do que o seu aumento.

Essas especificações e modelos foram utilizados com maior frequência até o desenvolvimento da teoria de cointegração. Nesse sentido, o trabalho de Granger e Newbold (1974) foi pioneiro na literatura econométrica sobre séries temporais ao identificarem que existia uma enorme quantidade de estudos com excelentes estimativas de ajustes das regressões, mas com valores de estatística de Durbin-Watson (autocorrelação dos erros) muito baixo.

Esses autores mostraram que as estimativas obtidas por muitos resultados empíricos podiam ser consideradas espúrias, uma vez que não levavam em consideração a presença de tendência estocástica nas séries. A partir dessa proposição, surgiram diversos procedimentos para identificar a ordem de integração das séries e incorporar a presença de relações de longo prazo estáveis entre as variáveis nos modelos. Entre esses, pode-se citar aqueles propostos por Dickey e Fuller (1979), Enger e Granger (1987) Johansen (1991) e Johansen e Juselius (1990), por exemplo.

Especialmente o trabalho de Johansen (1991) foi importante para o desenvolvimento dos estimadores de máxima verossimilhança e dos testes de razão de verossimilhança para as análises de cointegração nos modelos de vetores autorregressivos, garantindo a fundamentação necessária para que inferências pudessem ser realizadas.

Dentre os primeiros artigos que utilizaram os modelos de cointegração para testar a assimetria de transmissão de preços estão os trabalhos de Von Cramon-Taubadel (1998) e Von Cramon-Taubadel e Loy (1996).

O artigo publicado por Von Cramon-Taubadel e Loy (1996) avalia a assimetria de transmissão de preço no mercado internacional de trigo a partir do modelo de correção de erros. Os autores também testaram se a ATP poderia ser influenciada por diversos aspectos da modelagem, como, por exemplo, a periodicidade dos dados.

Os resultados encontrados a partir do mecanismo de correção de erros não identificaram a presença de assimetria na transmissão de preços internacionais do trigo, contrariando identificações obtidas a partir da metodologia de Houck (1977). Ademais, os autores demonstraram que o uso de dados mensais no modelo evidenciava uma assimetria muito superior àquela obtida com dados semanais, destacando a necessidade de replicar de forma correta a dinâmica de comercialização do mercado na estruturação dos modelos (em situações em que as negociações são realizadas com muita frequência e a variação dos preços diários é elevada, é razoável pensar que a assimetria será menor do que em mercados cuja negociação ocorre com menor periodicidade e consequentemente com repasse dos preços em menor frequência).

O trabalho de Von Cramon-Taubadel (1998), por sua vez, investigou a presença de ATP no mercado de carne suína na região nordeste da Alemanha. Os resultados indicaram significativa assimetria de transmissão de preço, com a margem do atacado sendo corrigida mais rapidamente em momentos em que se encontra comprimida em relação ao seu nível de longo prazo do que nos períodos em que ela está ampliada.

Os dois mencionados artigos foram importantes para o desenvolvimento da pesquisa sobre assimetria de transmissão de preço por meio do uso da metodologia de cointegração e do modelo de correção de erros. A lógica adotada nesse procedimento assume que pode haver uma relação de longo prazo estável entre preços ao consumidor e os preços pagos ao produtor. Para verificar essa possibilidade, usualmente se utilizava estrutura similar àquela apresentada na eq. (1), com a realização de testes de cointegração para verificar se a estimativa obtida poderia ser utilizada para representar esta relação de longo prazo.

Uma segunda abordagem nessa linha remete à estimativa do modelo de correção de erros os preços pagos ao produtor p_t^i , os valores pagos pelo consumidor p_t^o e os resíduos da eq. (1) defasados no tempo. Com isso, é possível mensurar os desvios de longo prazo das séries e, assim, definir como as variações no preço pago pelo consumidor respondem às variações no preço pago ao produtor, bem como os desvios da trajetória de longo prazo das séries.

Nesse contexto, para que a assimetria de transmissão de preço possa ser testada, é preciso separar os desvios da série em relação às relação de longo prazo em valores positivos (ECT^+) e valores negativos (ECT^-). Os trabalhos de Von Cramon-Taubadel (1998) e Von Cramon-Taubadel e Loy (1996) utilizaram essa lógica e os modelos estimados são detalhados nas equações (8) e (9), respectivamente.

No estudo de Von Cramon-Taubadel e Loy (1996), as variações de preço também foram segmentadas com o intuito de conferir maior dinamicidade ao modelo e capturar os efeitos de curto e de longo prazo (eq. 9). Assim, β_j^+ e β_j^- representam a velocidade do ajuste de preço em relação às quedas e aos aumentos no curto prazo, enquanto que ϕ^+ e ϕ^- correspondem aos parâmetros que medem a velocidade de ajuste dos preços no longo prazo.

$$\Delta p_t^o = \alpha + \sum_{j=1}^K \beta_j \Delta p_{t-j+1}^i + \phi^+ ECT_{t-1}^+ + \phi^- ECT_{t-1}^- + \varepsilon_t \quad (8)$$

$$\Delta p_t^o = \alpha + \sum_{j=1}^K \beta_j^+ D^+ \Delta p_{t-j+1}^i + \sum_{j=1}^L \beta_j^- D^- \Delta p_{t-j+1}^i + \phi^+ ECT_{t-1}^+ + \phi^- ECT_{t-1}^- + \varepsilon_t \quad (9)$$

Essas equações, apesar de apresentarem um grande avanço em relação às metodologias utilizadas até aquele momento, possuem alguns pontos que devem ser levados em consideração quanto às inferências realizadas. O primeiro diz respeito à interpretação dos resultados, pois os parâmetros da equação são valores que representam a velocidade de ajuste dos preços e, portanto, só podem ser utilizados para justificar o tempo em que os preços levam para serem transmitidos de um nível de mercado para o outro nível quando estão caindo ou subindo. Logo, o modelo não é capaz de avaliar a existência de assimetria em termos de magnitude das variações. Outra limitação desses modelos refere-se ao fato de que os mesmos assumem que a relação de longo prazo entre os preços é dada a partir de uma relação linear.

Um avanço em relação a essa última limitação passa pelo uso dos modelos *threshold*, fundamentados originalmente nos trabalho de Tong (1983) e Tsay (1989). Ao considerar que séries temporais podem ter relação não linear, esse procedimento considera que os desvios das relações de longo prazo só gerarão respostas assimétricas se os erros ultrapassarem um limiar dado por um intervalo $A = \{[x_1 x_2] : x_1 \text{ e } x_2 \in R\}$.

Nesse caso, vale ressaltar que $|x_1|$ não necessariamente tem o mesmo valor de $|x_2|$, assim, uma eventual discrepância destes valores indica que os desvios de longo prazo podem ser mais ou menos intensos à medida que a relação $\frac{|x_1|}{|x_2|}$ se afasta de 1. Se se essa relação for maior do que um, o ajustamento de longo prazo exige que os desvios dos preços para baixo no longo prazo precisam de um impacto muito mais intenso do que os desvios para cima (o inverso também é verdadeiro). Se a variação estiver dentro do intervalo A, a correção de erro não acontece.

Segundo Meyer e Von Cramon-Taubadel (2004), este procedimento é consistente com a possibilidade de que pequenos desvios das relações de longo prazo não sejam suficientes para superar os custos de ajuste necessários para a correção dos preços.

Além do trabalho de Tong (1983), o estudo de Balke e Fomby (1997) também trouxe considerações importantes para o uso da metodologia de cointegração, com possibilidade de aplicação aos casos não lineares. O procedimento apresentado pelos autores envolve a estimação do sistema representado pelas eq. 10, 11 e 12 em dois passos. Cada uma dessas equações é especificada para um determinado intervalo e descreve o comportamento do

preço ao consumidor em função de variações nos preços defasados ao produtor e nos termos de correção de erros (ECT_{t-1}).

$$\begin{aligned}
 \alpha_1 + \sum_{j=1}^K (\beta_{1j} \Delta p_{t-j+1}^i) + \phi_1 ECT_{t-1} + \varepsilon_t ECT_{t-1} &< x_1 \\
 \Delta p_t^o = \alpha_2 + \sum_{j=1}^K (\beta_{2j} \Delta p_{t-j+1}^i) + \phi_2 ECT_{t-1} + \varepsilon_t x_1 &\leq ECT_{t-1} \leq x_2 \\
 \alpha_3 + \sum_{j=1}^K (\beta_{3j} \Delta p_{t-j+1}^i) + \phi_3 ECT_{t-1} + \varepsilon_t ECT_{t-1} &> x_2
 \end{aligned} \tag{10}$$

Uma aplicação do modelo não linear foi realizada por Azzam (1999) para identificar a assimetria e a rigidez da transmissão de preço de produtos agropecuários nos EUA entre os elos produtor e atacado. Segundo o autor, apesar de o elo de atacado possuir uma grande quantidade de empresas e ampla concorrência, os resultados indicaram que esta condição não garantia que os preços no atacado caíam com mais intensidade em momentos de redução nos preços no produtor. Eles associaram essa rigidez aos custos de menu que o atacado possui, logo, apenas reduções mais significativas no produtor justificariam alterações nos preços do atacado.

Este mesmo procedimento foi adotado por Goodwin e Piggott (2001), que avaliaram a existência de custos de transação em mercados espacialmente integrados. Eles estudaram o mercado de milho e de soja no estado da Carolina do Norte nos EUA e utilizaram funções de impulso e resposta não lineares para captar a dinâmica da transmissão de preços quando os desvios de longo prazo ocorriam para cima e para baixo. Nesse contexto, encontraram a presença de *threshold* e uma forte cointegração entre os mercados.

Nesse linha, Goodwin e Harper (2000) e Goodwin e Holt (1999), aplicando a metodologia de cointegração e o modelo de correção de erros com *threshold*, analisaram a cadeia de produção de proteína animal nos Estados Unidos, sendo que o primeiro estudo avaliou a assimetria de transmissão de preço no mercado de suínos enquanto que o segundo analisou esta assimetria no mercado de carne bovina.

Os resultados encontrados pelos mencionados estudos foram muito semelhantes e indicaram uma relação de longo prazo estável entre o preço pago para o produtor e o preço de atacado, além de assimetria unidirecional na relação destes com o preço de varejo.

Além dos modelos de *threshold*, a análise empírica da assimetria de transmissão de preço também passou a adotar modelos para representar comportamentos distintos da assimétrica em diferentes estados do sistema de comercialização. Esses modelos são conhecidos como *Regime Switching Models* e, segundo Frey et al, (2005), podem ser decompostos em modelos determinísticos (o estado predominante é conhecido pelo pesquisador) ou estocásticos (mudança de estado ocorre de forma aleatória).

Estes modelos são constituídos a partir de vetores que representam cada estado da economia ou do mercado em análise. Se existem $m + 1$ estados na economia, então podemos escrever o sistema de equações tal como:

$$\begin{aligned}
y_t &= f(X) + \varepsilon_t \text{ se } v < \delta_1 \\
y_t &= f'(X) + \varepsilon'_t \text{ se } \delta_1 \leq v \leq \delta_2 \\
&\dots \\
y_t &= f^*(X) + \varepsilon_t^* \text{ se } \delta_{p-1} \leq v \leq \delta_p \\
y_t &= f^{*'}(X) + \varepsilon_t^{*'} \text{ se } v > \delta_p
\end{aligned} \tag{11}$$

Em que v representa o estado em que se deseja analisar o comportamento dos preços e cada δ_i sendo $i \in \{1, \dots, n\}$, representa o período final de cada regime i . Dessa forma, cada equação descreve o comportamento dos preços em cada regime e, por isso é uma metodologia poderosa para analisar efeitos de mudanças estruturais que afetam as reações dos preços.

Frey et al, (2005) descrevem esse sistema de equação com uso do modelo de correção de erros (ECM) da seguinte forma quando o limite dos estados é definido em termos de x_t :

$$\begin{aligned}
\Delta y_t &= \phi_0 + \sum_{i=1}^r \beta_i \Delta y_{t-i} + \sum_{i=0}^s \alpha_i^+ \Delta x_{t-i}^+ + \sum_{i=0}^q \alpha_i^- \Delta x_{t-i}^- + \lambda^+ ECT_{t-1}^+ + \\
&\lambda^- ECT_{t-1}^- + \varepsilon_t; \text{ se } \Delta x_t < \delta_1 \\
&\dots \\
\Delta y_t &= \phi_0^{*'} + \sum_{i=1}^r \beta_i^{*'} \Delta y_{t-i} + \sum_{i=0}^s \alpha_i^{*'+} \Delta x_{t-i}^+ + \sum_{i=0}^q \alpha_i^{*'-} \Delta x_{t-i}^- + \lambda^{*'+} ECT_{t-1}^+ + \\
&\lambda^{*'-} ECT_{t-1}^- + \varepsilon_t^{*'}; \text{ se } \Delta x_t > \delta_p
\end{aligned} \tag{12}$$

Ou conforme a equação (13) quando o limite passa a ser descrito com base no termo de correção de erro (ECT_t):

$$\begin{aligned}
\Delta y_t &= \phi_0 + \sum_{i=1}^r \beta_i \Delta y_{t-i} + \sum_{i=0}^s \alpha_i^+ \Delta x_{t-i}^+ + \sum_{i=0}^q \alpha_i^- \Delta x_{t-i}^- + \lambda^+ ECT_{t-1}^+ + \\
&\lambda^- ECT_{t-1}^- + \varepsilon_t; \text{ se } ECT_{t-1} < \delta_1 \\
&\dots \\
\Delta y_t &= \phi_0^{*'} + \sum_{i=1}^r \beta_i^{*'} \Delta y_{t-i} + \sum_{i=0}^s \alpha_i^{*'+} \Delta x_{t-i}^+ + \sum_{i=0}^q \alpha_i^{*'-} \Delta x_{t-i}^- + \lambda^{*'+} ECT_{t-1}^+ + \\
&\lambda^{*'-} ECT_{t-1}^- + \varepsilon_t^{*'}; \text{ se } ECT_{t-1} > \delta_p
\end{aligned} \tag{13}$$

Neste caso, β_i é o parâmetro autoregressivo de Δy_t enquanto que α_i^+ e α_i^- são os parâmetros que descrevem o comportamento da variação de y_t em função das variações positivas e negativas de x_t , respectivamente. Estes parâmetros são utilizados para descrever os efeitos de curto prazo. Por outro lado, λ^+ e λ^- são os parâmetros de correção de erros que descrevem os ajustes de longo prazo da relação entre as variações de preços de y_t e x_t .

Quando o modelo é definido por meio da variável x , ele é conhecido pelo modelo de assimetria decorrente dos estados da economia. Quando o sistema é definido pela variável ECT, ele descreve as assimetrias decorrentes dos estados de equilíbrio de longo prazo.

Apesar de apresentarem um novo avanço nos estudos sobre assimetria de transmissão de preço, o uso desses modelos só se justifica quando o mercado em análise apresentar características que possam gerar assimetrias distintas dependendo dos diferentes estados em que se encontra.

Nesse ponto, vale mencionar que o mercado brasileiro de etanol hidratado combustível não apresenta características que justifiquem o uso dos modelos *threshold* ou *Regime Switching Models*. O modelo tradicional de cointegração, por sua vez, pode ser aplicado ao mercado em análise, mas exige a imposição da premissa de cointegração linear entre as variáveis.

Como forma de superar essa limitação dos modelos tradicionais de ATP baseados na presença de cointegração, a análise proposta neste trabalho se fundamenta no uso do modelo conhecido como *Nonlinear Autoregressive Distributed Lag* (NARDL). Trata-se de uma metodologia recente nessa área, em que a premissa de linearidade na relação de longo prazo não é exigida.

Segundo Shin, Yu e Greenwood-Nimmo (2014), adotar a hipótese de linearidade na cointegração é uma opção bastante restritiva e não se justifica com a existência de metodologias em que essa hipótese pode ser testada e, caso não seja aceita, eliminada da avaliação.

O desenvolvimento dessa lógica teve início com trabalhos publicados por Enders e Siklos (1984), Granger e Lee (1989), Granger e Hallman (1991), Enders e Granger (1998), Schorderet (2003), Greenwood-Nimmo et al, (2011), Delatte e López-Villavicencio (2012) e Shin, Yu e Greenwood-Nimmo (2011). Estes autores tinham a intenção de desenvolver um arcabouço teórico e instrumental capaz de captar a não linearidade da cointegração entre séries temporais. Shin, Yu e Greenwood-Nimmo (2014) fazem uma descrição detalhada da contribuição de cada um desses autores, bem como do desenvolvimento do modelo NARDL.

Para detalhar o modelo, podemos utilizar a equação (14) a seguir, que descreve o comportamento assimétrico de longo prazo de um determinado preço.

$$y_t = \beta^+ x_t^+ + \beta^- x_t^- + e_t \quad (14)$$

$$\Delta x_t = v_t \quad (15)$$

As variáveis y_t e x_t especificadas nas eq. 14 e 15 são integradas de ordem 1. Adicionalmente, x_t é decomposto como $x_t = x_0 + x^+ + x^-$, em que x^+ e x^- são somas parciais dos retornos positivos e negativos, dadas por:

$$\begin{aligned} x_t^+ &= \sum_{j=1}^t \Delta x_j^+ = \sum_{j=1}^t \max(\Delta x_j, 0) \\ x_t^- &= \sum_{j=1}^t \Delta x_j^- = \sum_{j=1}^t \min(\Delta x_j, 0) \end{aligned} \quad (16)$$

Segundo Schorderet (2003), o método descrito na eq. (14) determina uma cointegração oculta, assim, uma versão desse sistema poderia ser dada por:

$$z_t = \beta_0^+ y_t^+ + \beta_0^- y_t^- + \beta_1^+ x_t^+ + \beta_1^- x_t^- \quad (17)$$

Neste caso, se z_t é uma variável estacionária, então x_t e y_t são cointegradas. Logo, a forma linear de cointegração é apenas um caso especial da equação (17), quando os coeficientes $\beta_0^+ = \beta_0^-$ e $\beta_1^+ = \beta_1^-$.

Uma versão mais geral pode ser dada pelo modelo $NARDL(p, q)$ a seguir:

$$y_t = \sum_{j=1}^p \phi_j y_{t-j} + \sum_{j=0}^q (\theta_j^+ x_{t-j}^+ + \theta_j^- x_{t-j}^-) + e_t \quad (18)$$

Em que $\mathbf{x}_t$ é um vetor $k \times 1$ de regressores definidos por $\mathbf{x}_t = \mathbf{x}_0 + \mathbf{x}_t^+ + \mathbf{x}_t^-$; ϕ_j é o parâmetro auto regressivo; θ_j^+ e θ_j^- são os parâmetros de assimetria com defasagem; e, e_t são erros aleatórios *iid* com média zero e variância definida.

A eq. (18) pode ser expandida para um modelo de correção de erros dado por:

$$\begin{aligned} \Delta y_t &= \rho y_{t-1} + \theta^+ x_{t-1}^+ + \theta^- x_{t-1}^- + \sum_{j=1}^{p-1} \gamma_j \Delta y_{t-j} + \sum_{j=0}^{q-1} (\varphi_j^+ \Delta x_{t-j}^+ + \varphi_j^- \Delta x_{t-j}^-) + e_t \\ &= \rho \xi_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \gamma_j \Delta y_{t-j} + \sum_{j=0}^{q-1} (\varphi_j^+ \Delta x_{t-j}^+ + \varphi_j^- \Delta x_{t-j}^-) + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (19)$$

Nessa formulação, o parâmetro autorregressivo é descrito por $\rho = \sum_{j=1}^p \phi_j - 1$ $\gamma_j = -\sum_{i=j+1}^p \phi_i$ $\theta^+ = \sum_{j=0}^q \theta_j^+$ $\theta^- = \sum_{j=0}^q \theta_j^-$ $\varphi_0^+ = \theta_0^+$ $\varphi_0^- = \theta_0^-$ $\varphi_j^+ = \sum_{i=j+1}^q \theta_i^+$ $\varphi_j^- = \sum_{i=j+1}^q \theta_i^-$. O termo de cointegração não linear é dado por:

$$\xi_t = y_t - \beta^+ x_t^+ - \beta^- x_t^- \quad (20)$$

Sobre a equação acima, os parâmetros $\beta^+ = -\theta^+/\rho$ e $\beta^- = -\theta^-/\rho$ são capazes de descrever a assimetria de transmissão de preço de longo prazo. Não obstante, para que o modelo possa contemplar a possibilidade de não correlação contemporânea entre os regressores, os autores consideram uma forma reduzida do processo de geração de Δx_t dada por:

$$\Delta x_t = \sum_{j=1}^{q-1} \Lambda_j \Delta x_{t-j} + v_t \quad (21)$$

em que v_t é uma variável com distribuição normal, média e variância conhecida - $v_t \sim N(0, \Sigma_v)$; e Σ_v é a matriz de variância-covariância definida em $k \times k$.

Assim, para tornar a modelagem em termos condicionais é necessário expressar ε_t como uma função condicional de v_t (eq. 22). Este procedimento é possível, pois, por construção e_t não é correlacionado com v_t . Desta forma, substituindo a (eq. 22) na (eq. 19) e rearranjando os termos, encontra-se o modelo de correção de erros não linear conforme a (eq. 23).

$$\varepsilon_t = \omega' v_t + e_t = \omega' \left(\Delta x_t - \sum_{j=1}^{q-1} \Lambda_j \Delta x_{t-j} \right) + e_t \quad (22)$$

$$\Delta y_t = \rho \xi_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \gamma_j \Delta y_{t-j} + \sum_{j=0}^{q-1} (\pi_j^+ \Delta x_{t-j}^+ + \pi_j^- \Delta x_{t-j}^-) + e_t \quad (23)$$

A partir da eq. (23), é possível verificar que o modelo ECM depende dos parâmetros $\pi_0^+ = \theta_0^+ + \omega$, $\pi_0^- = \theta_0^- + \omega$, $\pi_j^+ = \varphi_j^+ - \omega' \Lambda_j$ e de $\pi_j^- = \varphi_j^- - \omega' \Lambda_j$ para $\forall j = 1 \dots q - 1$.

A especificação da equação 23 possibilita que o modelo *NARDL* (p, q) possa ser estimado por meio do método MQO, pois seus parâmetros são linearmente homogêneos. Shin, Yu e Greenwood-Nimmo (2014) argumentam que os parâmetros de curto e longo prazo são $\sqrt{T}$ -consistente e T-consistente, respectivamente, e com distribuição assintoticamente normal se:

- i. $e_t \sim iid(0, \sigma_e^2)$
- ii. x_t é um vetor $k \times 1$ de variáveis integradas de ordem 1, $I(1)$, dado pela equação 21.
- iii. e_t não é correlacionado com v_t via modelagem condicional.
- iv. $\rho < 0$ é a condição que garante que o modelo é dinamicamente estável.

Desta forma, se os parâmetros possuem uma distribuição assintoticamente normal, então é possível mensurar a relação de simetria de longo prazo $\hat{\beta}^+ = -\hat{\theta}^+/\rho = \hat{\beta}^- = -\hat{\theta}^-/\rho$ e as relações de curto prazo por meio de um teste de Wald seguindo uma distribuição χ^2 .

Adicionalmente, Shin, Yu e Greenwood-Nimmo (2014) desenvolveram dois testes visando captar informações sobre as relações de longo prazo das séries. O primeiro teste, denominado t_{BDM} , avalia a hipótese de que $\rho = 0$ contra $\rho < 0$. O segundo, com nomenclatura F_{PSS} , avalia a hipótese conjunta de que $\rho = \theta^+ = \theta^- = 0$ usando um teste-F conjunto entre estes parâmetros.

Se a hipótese nula do teste t_{BDM} não for rejeitada, significa que as variáveis y_t , x_t^+ e x_t^- não possuem uma relação de longo prazo, pois o modelo se reduz a uma estimativa entre diferenças e, portanto, não existe uma relação de longo prazo estável entre as variáveis. Por outro lado, o teste F_{PSS} simplesmente garante que os parâmetros não são nulos.

Com base nessa estrutura, é possível testar pelo menos três tipos de assimetria:

1. Assimetria de longo prazo, associada a $\hat{\beta}^+ \neq \hat{\beta}^-$.
2. Assimetria relativa à intensidade, associada à desigualdade dos coeficientes das primeiras diferenças contemporâneas de Δx_t^+ e Δx_t^- .
3. Assimetria referente à velocidade de ajuste, obtida por meio da convergência do equilíbrio inicial para o novo equilíbrio após um período de flutuação econômica, que pode ser avaliado a partir da função de impulso e resposta.

Shin, Yu e Greenwood-Nimmo (2014) apresentam outra característica do modelo que aprimora a sua capacidade de identificar assimetria de transmissão de preço em relação aos modelos apresentados anteriormente. A especificação descrita na equação (23) pode ser elaborada a partir da incorporação de um subconjunto de outras

variáveis explicativas. Desta forma, assumindo que $\mathbf{w}_t$ é um vetor $g \times 1$ que entra na equação de forma simétrica então o modelo NARDL pode ser descrito por:

$$\begin{aligned} \Delta y_t = & \rho y_{t-1} + \theta^+ x_{t-1}^+ + \theta^- x_{t-1}^- + \theta_w w_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \gamma_i \Delta y_{t-i} \\ & + \sum_{j=0}^{q-1} (\pi_j^{+'} \Delta x_{t-j}^+ + \pi_j^{-'} \Delta x_{t-j}^- + \pi_{wi} \Delta w_{(t-i)}) + e_t \end{aligned} \quad (24)$$

A aplicabilidade dos modelos de cointegração não linear é muito ampla, principalmente ao analisar o histórico de trabalhos desenvolvidos ao longo do processo de consolidação desta metodologia. A partir desse parâmetro, a Tabela 6 resume uma série de trabalhos que utilizaram a metodologia NARDL para estimar assimetria de transmissão de preço para diversos tipos de *commodities*. Em geral, a literatura tem aplicado o modelo para estimar as relações assimétricas de curto e de longo prazo em outros mercados, incluindo a avaliação das relações entre o preço do petróleo e seus derivados ou entre valor do petróleo e o preço de outras *commodities*.

Tabela 6. Revisão Bibliográfica dos trabalhos voltados a commodities energéticas com aplicação do modelo NARDL.

Referência	Produto	País	Freq.*	Ano	Resumo
Greenwood-Nimmo e Shin (2013)	Petróleo e Derivados	Reino Unido	M	01/1999 até 03/2013	Os preços antes dos impostos para diesel, querosene e gasolina ajustam mais rapidamente quando os preços estão subindo do que quando eles caem. Contudo, os preços do petróleo não apresentam nenhuma assimetria no caso pré-impostos.
Atil Lahiani e Nguyen (2014)	Petróleo, Gasolina e Gás Natural	EUA	M	01/1997 até 09/2012	A gasolina apresenta ajuste assimétrico no curto prazo, enquanto que o gás natural apresenta ajuste assimétrico somente no longo prazo. Segundo o autor, este resultado decorre do fato de que a gasolina é um derivado do petróleo e, portanto, os ajustes deveriam ser mais rápidos do que para o gás. Além disso, o gás é uma commodity de mercado doméstico nos EUA enquanto que a gasolina está presente no mercado global.
Fedoseeva (2014)	Taxa de câmbio e exportações de alimentos	União Européia	M	01/1988 até 12/2013	As exportações de alimentos da União Europeia respondem assimetricamente conforme as variações do euro (as exportações aumentam mais quando o euro deprecia na comparação com o movimento de queda quando ele se valoriza).
Pal e Mitra (2015)	Petróleo e Derivados	EUA	D	04/1996 até 07/2014	A assimetria de transmissão de preço é mais intensa para os menores quantis de variação do preço do petróleo. Isso indica que os benefícios incorridos por grandes quedas de preço do petróleo não são rapidamente transmitidos para os derivados.

Ibrahim (2015)	Petróleo e Alimentos	Malásia	A	1971 até 2012	As quedas de preço do petróleo, tanto no curto quanto no longo prazo, não têm nem um efeito estatisticamente significativo no mercado de alimentos. Contudo, no curto prazo somente as variações positivas do preço do petróleo apresentaram efeitos sobre os preços dos alimentos.
Chattopadhyay e Mitra (2015)	Petróleo e Derivados	Índia	M	04/2005 até 07/2014	Compararam a assimetria de transmissão de preço do petróleo internacional para o mercado doméstico quando o governo intervém com política de subsídios. Os resultados indicaram que quando o mercado não é regulado pelo governo, a transmissão de preço apresenta forte assimetria, enquanto que com as intervenções a assimetria é estatisticamente não significativa.
Bagnai e Ospina (2015)	Gasolina	Itália	M	01/1994 até 12/2013	Os resultados indicam que a assimetria no curto prazo não é estatisticamente significativa. No entanto, existe assimetria negativa de longo prazo em relação ao preço do petróleo e positiva em relação a taxa de juros.
Öztürkler Demir e Yilmaz (2015)	Petróleo e a atividade econômica	Turquia	M	01/2002 até 05/2015	A Turquia é um país altamente dependente de importações de petróleo o que torna a atividade econômica intimamente ligada a atividade de extração e refino deste produto. O preço do petróleo tem efeito sobre a inflação no longo prazo, mas não no curto prazo.

Rafiq e Bloch (2016)	Petróleo e outras 25 <i>commodities</i>	Preços Globais	A	1900 até 2011	A não linearidade da assimetria de transmissão de preço do petróleo para as outras <i>commodities</i> não pode ser rejeitada na maior parte dos casos. Assimetria positiva de longo prazo foi encontrada em 20 <i>commodities</i> ; no curto prazo a assimetria é negativa para 13 <i>commodities</i> . No entanto, as bebidas e os cereais não sofrem grandes impactos em relação aos choques no preço do petróleo. Não obstante, o preço do petróleo afeta significativamente o preço das <i>commodities</i> metálicas.
Hong e Kim (2016)	Petróleo e produtos manufaturados	Coreia do Sul	M	01/2000 até 12/2015	Existe assimetria de curto prazo na transmissão de preço do mercado de petróleo para os preços de produtos dos setores de máquinas e equipamentos de transporte. Foram observadas assimetrias de longo prazo significativas para produtos derivados de petróleo, carvão, têxteis e produtos de couro.
Pal e Mitra (2016)	Petróleo e derivados	Índia	M	04/2005 até 06/2015	Os autores aplicaram o modelo NARDL com <i>threshold</i> em relação aos quantis das variações de preço. Os resultados indicaram que os aumentos de preço do petróleo têm repasse quase imediato enquanto que as oscilações negativas dos quantis maiores possuem uma grande assimetria na velocidade e na magnitude de transmissão com os seus principais derivados: Gás Liquefeito de Petróleo, Querosene, Diesel, Gasolina de Aviação, Nafta, Betume e Lubrificantes.
Nusair (2016)	Petróleo e o PIB	Países do <i>Gulf Cooperation Council</i> (GCC)	A	1975 até 2013	Os resultados indicam a existência de assimetrias de curto e de longo prazo. Os aumentos de preço têm impacto mais intenso sobre o PIB do que as quedas.

Hou e Yang (2016)	Carvão e PIB	China	M	01/2005 até 06/2015	Existe uma forte assimetria de longo prazo entre o preço do carvão e o PIB da China. Além disso, as flutuações de preço do carvão no curto prazo têm efeito positivo sobre o PIB daquele país.
Hoang Lahiani e Heller (2016)	Ouro e inflação	China Índia Japão França UK e EUA	M	01/1955 até 02/2015	Os resultados indicam que o ouro é um péssimo ativo para fazer <i>hedge</i> no longo prazo para todos os casos. No curto prazo, o ouro é um ativo para <i>hedgear</i> a inflação no Reino Unido, EUA e Índia. Não existe nenhum equilíbrio de longo prazo entre os preços do ouro e o CPI da China, Índia e França.
Bagnai e Ospina (2016)	Gasolina	União Européia	M	01/1999 até 12/2015	A taxa de câmbio apresenta assimetria positiva no longo prazo; o petróleo induz assimetria de longo prazo negativa. Além disso, a assimetria em relação à taxa de câmbio é mais evidente nos países centrais da União Européia do que em países periféricos.
Alsamara et al, (2016)	Demanda por moeda e petróleo	Arábia Saudita	T	01/1990 até 04/2014	Os resultados demonstraram que no longo prazo existe assimetria positiva do preço do petróleo em relação à demanda por moeda. Neste caso, as variações positivas do preço do petróleo têm mais importância do que os choques negativos.
Apergis Ewing e Payne (2016)	Reserva de petróleo e o preço do petróleo	EUA	A	1977 até 2013	Os autores encontraram relações assimétricas de curto e de longo prazo na relação entre o preço real do petróleo e o índice de vida das reservas de petróleo. A assimetria ocorria com maior magnitude quando os preços do petróleo aumentavam do que quando eles diminuam.

Abdlaziz Rahim e Adamu (2016)	Petróleo o preço de alimentos	Indonésia	A	1990 até 2013	As estimativas demonstram que existe uma transmissão de preço assimétrica de curto e de longo prazo entre o mercado de petróleo e o de alimentos quando comparado em termos da moeda local. Contudo, as estimativas em dólar evidenciam um impacto ainda maior nas relações de longo prazo, pois o país possui alta dependência destes produtos e possui uma grande volatilidade da taxa de câmbio.
Kumar (2017)	Petróleo e ouro	Índia	M	04/1990 até 04/2016	Os autores encontraram fortes evidências de não linearidade bidirecional entre os preços do petróleo e do ouro. As relações de longo prazo indicam que o preço do ouro é mais sensível aos aumentos do preço do petróleo do que as quedas.

* A: Anual, M: Mensal, D: Diário.

Fonte: Elaborado pelo autor.

5. METODOLOGIA

5.1. Ordem de integração das variáveis

Em geral, as séries temporais de preço são caracterizadas pela presença de processos estocásticos (NELSON e PLOSSER, 1982). Nesse contexto, é importante distinguir se essas variações decorrem de um processo estacionário com uma tendência determinística, no qual os choques possuem um efeito transitório, ou se o processo apresenta uma tendência com comportamento estocástico, cujos choques apresentam efeito permanente na trajetória da série.

Esta avaliação da estacionariedade das variáveis adotadas foi conduzida a partir de diversos testes de raiz unitária. Dentre os testes disponíveis, os mais populares são o teste Aumentado de Dickey-Fuller ou ADF (DICKEY e FULLER, 1979) que se baseia num modelo ARMA de ordem k não conhecida previamente, e o teste desenvolvido por Phillip-Perron ou PP (PERRON, 2014), que se fundamenta numa modificação não paramétrica da medida t padrão de Dickey-Fuller com o intuito de considerar a presença autocorrelação da série.

Apesar de serem amplamente difundidos, em algumas situações esses procedimentos podem apresentar problemas relacionados à distorção de tamanho e à potência do teste. Dessa forma, procurando ampliar a confiabilidade dos resultados, a ordem de integração das variáveis foi avaliada a partir do emprego dos testes DF-GLS (ELLIOTT, ROTHENBERG e STOCK 1996), Ng-Perron (NG e PERRON, 2001) e KPSS (KWIATKOWSKI et al. 1992).

O teste DF-GLS busca minimizar os problemas associados à inclusão de termos deterministas no procedimento proposto por Dickey-Fuller, para tanto, filtra inicialmente esses termos a partir de uma quase primeira diferença. O processo criado por KWIATKOWSKI et al. (1992), por sua vez, é utilizado como um procedimento confirmatório, na medida em que tem como principal característica a inversão da hipótese nula em avaliação, garantindo mais robustez aos resultados.

Por fim, o procedimento proposto por Ng e Perron (2001) adota estratégia similar à quela utilizada no teste DF-GLS como forma de reduzir os problemas de distorção de tamanho do teste PP. Nessa linha, o teste Z modificado adotado pelos autores corresponde a seguinte representação:

$$MZ_t = MZ_\rho + \frac{T}{2}(\hat{\rho} - 1)^2 \quad (25)$$

em que MZ_ρ tem um comportamento diferente quando o teste envolve um modelo AR (1) sem deslocamento (Eq. 29) ou com deslocamento e tendência linear (Eq. 30):

$$Z_\rho = T(\hat{\rho} - 1) - \frac{1}{2} \frac{(s^2 - s_t^2)}{(T^{-2} \sum_2^T y_{t-1}^2)} \quad (26)$$

$$Z_\rho = T(\hat{\rho} - 1) - \frac{T^3}{24D_x} (s^2 - s_t^2) \quad (27)$$

Para estimar a variância de longo prazo, os autores propuseram o seguinte estimador:

$$s_{AR}^2 = \frac{S_\varepsilon^2}{(1 - b(1))^2} \quad (28)$$

em que

$$S_\varepsilon^2 = (T - k)^{-1} \sum_{t=k+1}^T \widehat{\varepsilon}_t^2 \quad (29)$$

$$\widehat{b}(1) = \sum_{j=1}^k \widehat{b}_j \quad (30)$$

Sendo que $(\widehat{b}_j)$ e $(\widehat{\varepsilon}_t)$ são obtidos por meio da seguinte função de autocorrelação:

$$\Delta y_t^d = \alpha + b_0 y_{t-1}^d + \sum_{j=1}^k b_j \Delta y_{t-j}^d + \varepsilon_t \quad (31)$$

Esta especificação não deixa de ser uma modificação não paramétrica da estatística de DF e, portanto, está sujeita aos problemas de seleção de k . Para minimizar o problema, Ng e Perron (2001) apresentaram um método de seleção de k mais específico chamado MIC (*Maximal Information Criteria*). Trata-se de uma modificação do método AIC (*Akaike Information Criterion*). Desta forma, sendo k o número de lags, b_0 o coeficiente associado a y_{t-1}^d e T o número de elementos na amostra, temos a seguinte especificação:

$$MIC(k) = \ln(s^2) + \frac{2(\tau(k) + k)}{T - k_{max}} \quad (32)$$

$$\tau(k) = (s^2)^{-1} \widehat{b}_0 \sum_{t=k_{max}+1}^T y_{t-1}^2 \quad (33)$$

$$s^2 = (T - k_{max})^{-1} \sum_{t=k_{max}+1}^T \widehat{\varepsilon}_t^2 \quad (34)$$

No qual $\widehat{\varepsilon}_t^2$ é estimado a partir da Eq. 34, em que y_t representa a série temporal pelo método GLS.

5.2. Causalidade

A análise de causalidade entre as séries temporais que envolvem preços é fundamental para investigar a direção das forças econômicas em determinados mercados. No caso dos estudos empíricos sobre assimetria de transmissão de preço, esta análise auxilia na identificação dos mercados cujos preços são definidos e emanam choques para os demais elos da cadeia.

Neste contexto, o teste proposto por Granger (1969) foi adotado como primeiro passo a fim de avaliar o sentido da transmissão de preço. Nesse tipo de teste de causalidade (x causa y), se busca aumentar assertividade da

estimativa de y e seus valores passados por meio da incorporação de defasagens de x . Logo, y é causado por x no sentido de Granger se os coeficientes das defasagens de x são estatisticamente significativos.

O teste de causalidade de Granger é realizado em duas etapas. A primeira consiste na estimação de uma regressão bivariada tal como especificado na Eq. 38. A segunda etapa, por sua vez, é realizada a partir de dois testes de Wald (um para cada equação), considerando a estatística F para a seguinte hipótese conjunta: $\theta_1 = \theta_2 = \dots = \theta_l = 0$.

$$\begin{aligned} y_t &= \alpha_0 + \alpha_1 y_{t-1} + \dots + \alpha_l y_{t-l} + \theta_1 x_{t-1} + \dots + \theta_l x_{t-l} + e_t \\ x_t &= \alpha_0 + \alpha_1 x_{t-1} + \dots + \alpha_l x_{t-l} + \theta_1 y_{t-1} + \dots + \theta_l y_{t-l} + u_t \end{aligned} \quad (35)$$

A hipótese nula do teste de causalidade de Granger é que “ x não causa y no sentido de Granger” para a primeira equação e “ y não causa x no sentido de Granger” para a segunda equação.

Conforme Lütkepohl (2005) e Toda e Yamamoto (1995), para variáveis integradas de ordem (m) o teste de causalidade originalmente proposto por Granger (1969) pode apresentar viés. Isso ocorre, porque o teste de Wald, utilizado para avaliar as restrições lineares nos parâmetros de um modelo de Vetor Auto Regressivo (VAR) com dados não estacionários, não segue uma distribuição assintótica Chi-quadrado sobre a hipótese nula. Nesse caso, os autores sugerem a introdução de uma etapa posterior à seleção do número máximo de defasagem ($d_{\max}$) do modelo VAR, em que o número de defasagem deve ser dado por $(d_{\max} + m)$, sendo m a maior ordem de integração entre as variáveis utilizadas para o teste de causalidade.

No presente estudo, esse ajuste proposto por Lütkepohl (2005) e Toda e Yamamoto (1995) foi adotado na aplicação dos testes de causalidade, visto que as variáveis utilizadas não são estacionárias (resultados dos testes de raiz unitária serão apresentados no próximo tópico).

Adicionalmente, visando ampliar a confiabilidade e robustez dos resultados, optou-se pela implementação do teste de causalidade não linear proposto por Diks e Panchenko (2006). Este procedimento busca avaliar a causalidade mesmo na presença de relação não linear entre as variáveis dos modelos adotados.

5.2.1. Estimação do modelo NARDL

Conforme detalhado anteriormente, a avaliação da presença de transmissão assimétrica de preços entre os três diferentes segmentos da cadeia de comercialização de etanol hidratado combustível será conduzida a partir do modelo conhecido como *Nonlinear Autoregressive Distributed Lag* (NARDL).

Assim, conforme os resultados dos testes de causalidade, a relação entre os preços do etanol hidratado na usina, na distribuição e na revenda será avaliada a partir da estrutura genérica definida por:

$$\Delta PY_t = \mu + \rho PY_{t-1} + \theta^+ PX_{t-1}^+ + \theta^- PX_{t-1}^- + \sum_{j=1}^{p-1} \alpha_j \Delta PY_{t-j} + \sum_{j=0}^{q-1} (\pi_j^+ \Delta PX_{j-1}^+ + \pi_j^- \Delta PX_{j-1}^-) + e_t \quad (36)$$

em que PY representa a variável preço endógena e PX a variável preço exógena dos sistemas avaliados segundo os resultados dos testes de causalidade.

5.3. Dados

Os preços observados nos elos de distribuição e revenda foram obtidos a partir de levantamento realizado e publicado periodicamente pela Agência Nacional do Petróleo Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2017). Os valores recebidos pelos produtores, por sua vez, foram obtidos a partir do banco de dados estruturado pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA, 2017).

As séries de preço da ANP e do CEPEA são mensuradas em reais por litro (R\$/l) e apresentam periodicidade semanal. As séries da ANP são mais curtas do que aquelas publicadas pelo CEPEA, logo, o período de análise adotado no estudo limitou-se à segunda semana do mês de maio de 2004 até a última semana do mês de março de 2017, totalizando 621 observações.

Para a composição do preço de faturamento do etanol hidratado no produtor, foram acrescidos os impostos vigentes em cada período (Pis/Cofins e ICMS) aos valores publicados pelo CEPEA, os quais contemplam apenas a receita líquida recebida pelas usinas e destilarias.

A Figura 9 retrata o comportamento dos preços praticados nos diferentes elos da cadeia no Estado de São Paulo. Por fim, a Tabela 7 apresenta a estatística descritiva dos dados de preço utilizados.

Como mencionado nos tópicos anteriores, a análise conduzida se concentra no território paulista devido à disponibilidade de dados e ao fato de que o Estado é considerado o principal mercado do país, sendo responsável por cerca de 50% da produção e do consumo de etanol hidratado no Brasil.

Figura 9. Preço semanal do etanol hidratado combustível na usina, na distribuição e na revenda no mercado de São Paulo.
Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados publicados pela ANP (2017) e CEPEA (2017).

Tabela 7. Estatística descritiva das séries de preço.

	Preço da Usina	Preço da Distribuidora	Preço de Revenda
Média	1,248	1,428	1,700
Mediana	1,284	1,471	1,752
Máximo	2,247	2,455	2,803
Mínimo	0,679	0,795	0,978
Desvio Padrão	0,369	0,391	0,427
Assimetria	0,590	0,580	0,587
Curtose	-0,030	-0,101	-0,190
Observação	621	621	621

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da ANP (2017) e do CEPEA (2017).

6. RESULTADOS

6.1. Identificação dos modelos

6.1.1 Testes de raiz unitária

Os dados da Tabela 8 retratam os resultados dos testes de raiz unitária para os preços praticados pelas usinas, distribuidoras e revenda. Confrontando-se os valores críticos com as estatísticas dos testes, verifica-se, para todas as variáveis, que os coeficientes obtidos indicam a presença de uma raiz unitária.

Tabela 8. Resultados dos testes de raiz unitária.

Preço	KPSS			DF-GLS			Ng-Perron (MZt)		
	Estatística do teste	Valor Crítico 5%	Conclusão	Estatística do teste	Valor Crítico 5%	Conclusão	Estatística do teste	Valor Crítico 5%	Conclusão
<i>Nível</i>									
Usina	2.268	0.463	I(1)	-1.101	-1.941	I(1)	-1.037	-1.980	I(1)
Distribuidora	2.351	0.463	I(1)	-0.736	-1.941	I(1)	-0.713	-1.980	I(1)
Revenda	2.484	0.463	I(1)	-0.503	-1.941	I(1)	-0.491	-1.980	I(1)

Notas: testes realizados com a inclusão de intercepto (variações dos testes com a inclusão de tendência ou sem termos deterministas não alteraram as conclusões obtidas a partir do procedimento com intercepto); número de defasagens definido a partir do critério de informação de Akaike Modificado; 2 DF-GLS: valores críticos obtidos em Mackinnon (1996) para o modelo com constante e em Elliott et al. (1996) para o modelo com constante e tendência; Ng-Perron: valores críticos obtidos em NG e Perron (2001), com estatística para o teste MZt; KPSS: valores críticos obtidos em Kwiatkowski et al. (1992); DF-GLS - H0: série possui uma raiz; KPSS - H0: série é estacionária;

Ng-Perron - H0: série possui uma raiz.

Fonte: Elaborado pelo autor.

6.1.2 - Causalidade

Os dados apresentados na Tabela 9 representam os resultados do teste de causalidade no sentido de Granger (GRANGER, 1969). Os valores obtidos indicam relação de causalidade no sentido de Granger entre quase todos os preços. A única exceção refere-se à hipótese nula de que o preço da revenda não causa o preço de usina.

Tabela 9. Teste de causalidade de Granger (1969).

Teste de Granger				
Hipótese Nula	Lag selecionado	Valor do Teste	Probabilidade	Conclusão
Preço da Usina $\nRightarrow$ Preço da Distribuidora	6	1411.92	0.0000	R
Preço da Distribuidora $\nRightarrow$ Preço de Revenda	11	93.15	0.0000	R
Preço de Revenda $\nRightarrow$ Preço da Usina	5	6.82	0.2341	N
Preço da Usina $\nRightarrow$ Preço de Revenda	5	557.13	0.0000	R
Preço da Distribuidora $\nRightarrow$ Preço da Usina	6	13.82	0.0317	R
Preço de Revenda $\nRightarrow$ Preço da Distribuidora	11	54.66	0.0000	R

Nota: N: Não se rejeita a Hipótese nula; R: Rejeita-se a Hipótese nula.

Fonte: elaborado pelo autor.

Os resultados do teste de Granger modificado para variáveis não estacionárias são apresentados na Tabela 10. Os valores obtidos para o procedimento proposto por Diks e Panchenko (2006) para situação de não linearidade, por sua vez, são apresentados na Tabela 11.

Tabela 10. Teste de causalidade de Granger Modificado para variáveis não estacionárias, Lütkepohl (2005) e Toda e Yamamoto (1995).

Teste de Granger modificado				
Hipótese Nula	Lag selecionado	Valor do Teste	Probabilidade	Conclusão
Preço da Usina $\nRightarrow$ Preço da Distribuidora	7	1393.87	0.0000	R
Preço da Distribuidora $\nRightarrow$ Preço de Revenda	12	89.91	0.0000	R
Preço de Revenda $\nRightarrow$ Preço da Usina	6	3.98	0.5519	N
Preço da Usina $\nRightarrow$ Preço de Revenda	6	529.63	0.0000	R
Preço da Distribuidora $\nRightarrow$ Preço da Usina	7	7.52	0.2755	N
Preço de Revenda $\nRightarrow$ Preço da Distribuidora	12	48.83	0.0000	R

Conclusão - N: Não se rejeita a Hipótese nula, R: Rejeita-se a Hipótese nula.

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 11. Teste de causalidade para considerando a presença de não linearidade, Diks e Panchenko (2005, 2006).

Teste Causalidade não Linear				
Hipótese Nula	Lag selecionado	Valor do Teste	Probabilidade	Conclusão
Preço da Usina $\nRightarrow$ Preço da Distribuidora	6	4.28	0.0000	R
Preço da Distribuidora $\nRightarrow$ Preço de Revenda	11	3.60	0.0000	R
Preço de Revenda $\nRightarrow$ Preço da Usina	5	1.20	0.1147	N
Preço da Usina $\nRightarrow$ Preço de Revenda	5	4.33	0.0000	R
Preço da Distribuidora $\nRightarrow$ Preço da Usina	6	0.48	0.3158	N
Preço de Revenda $\nRightarrow$ Preço da Distribuidora	11	1.78	0.0376	R

Conclusão - N: Não se rejeita a Hipótese nula, R: Rejeita-se a Hipótese nula.

Fonte: elaborado pelo autor.

Como é possível observar, ambos os testes reiteram o resultado obtido anteriormente, indicando a rejeição da hipótese de causalidade entre o preço da revenda e o preço na usina. Além disso, os dois procedimentos não indicam que o preço da distribuidora causa o preço na usina.

A partir desses resultados, os modelos a serem estimados foram especificados considerando uma relação unidirecional entre preço da usina e os preços na distribuição e na revenda, além de relação de bi causalidade nos elos distribuição e revenda (Figura 10).

Como o objetivo deste trabalho é verificar a assimetria de transmissão de preços e o teste de causalidade não apresentar a relação de causa entre as variáveis, mas sim precedência temporal, os modelos descritos acima fundamentam a decisão das estimativas de assimetria.

Figura 10. Relação de causalidade no sentido de Granger entre as séries de preço de etanol hidratado nos diferentes elos da cadeia de comercialização.

Nota: P_U representa o preço na usina, P_d representa o preço na distribuição e P_r representa o preço na revenda.

Fonte: elaborado pelo autor.

Nesse contexto, foram estimadas quatro especificações distintas para o modelo NARDL apresentado na equação (27), no tópico em que se descreve a metodologia. As especificações adotadas estão detalhadas nas equações de (45) a (48) a seguir.

$$\Delta PD_t = \mu + \rho PD_{t-1} + \theta^+ PU_{t-1}^+ + \theta^- PU_{t-1}^- + \sum_{j=1}^{p-1} \alpha_j \Delta PD_{t-j} + \sum_{j=0}^{q-1} (\pi_j^+ \Delta PU_{j-1}^+ + \pi_j^- \Delta PU_{j-1}^-) + e_t \quad (37)$$

$$\Delta PR_t = \mu + \rho PR_{t-1} + \theta^+ PU_{t-1}^+ + \theta^- PU_{t-1}^- + \sum_{j=1}^{p-1} \alpha_j \Delta PR_{t-j} + \sum_{j=0}^{q-1} (\pi_j^+ \Delta PU_{j-1}^+ + \pi_j^- \Delta PU_{j-1}^-) + e_t \quad (38)$$

$$\Delta PD_t = \mu + \rho PD_{t-1} + \theta^+ PR_{t-1}^+ + \theta^- PR_{t-1}^- + \sum_{j=1}^{p-1} \alpha_j \Delta PD_{t-j} + \sum_{j=0}^{q-1} (\pi_j^+ \Delta PR_{j-1}^+ + \pi_j^- \Delta PR_{j-1}^-) + e_t \quad (39)$$

$$\Delta PR_t = \mu + \rho PR_{t-1} + \theta^+ PD_{t-1}^+ + \theta^- PD_{t-1}^- + \sum_{j=1}^{p-1} \alpha_j \Delta PR_{t-j} + \sum_{j=0}^{q-1} (\pi_j^+ \Delta PD_{j-1}^+ + \pi_j^- \Delta PD_{j-1}^-) + e_t \quad (40)$$

em que PU_t representa o preço da usina, PD_t o preço da distribuição, PR_t o preço da revenda no período t e o Δ representa a variação do preço. O parâmetro μ representa o intercepto, o ρ se refere ao coeficiente de cointegração, π e θ são os coeficientes de curto e longo prazo onde o sinal de positivo e negativo se referem ao parâmetro associado à variável cumulativa positiva e negativa, respectivamente. O termo α_j indica o parâmetro das variáveis associadas ao controle da autocorrelação.

6.2. Resultados dos modelos estimados

Os resultados das equações estimadas são apresentados na Tabela 13, enquanto os testes de assimetria são detalhados na Tabela 12.

Cabe mencionar, que na estimação dos modelos NARDL foi empregado o método Stepwise Regression, com o valor máximo de 12 semanas de defasagens e nível de significância de 5%. Adicionalmente, a verificação dos modelos foi realizada a partir do teste de multiplicador de Lagrange para 2, 4 e 6 defasagens. Os resultados desses testes estão apresentados na Tabela 13 e rejeitam a existência de autocorrelação dos resíduos.

Tabela 12. Estimativa dos modelos NARDL.

PR=f(PU)			PD=f(PU)			PR=f(PD)			PD=f(PR)		
Variável	Coef.	Prob.	Variável	Coef.	Prob.	Variável	Coef.	Prob.	Variável	Coef.	Prob.
C	0,022	0,000	C	0,004	0,004	C	0,017	0,000	C	-0,001	0,617
LPR(-1)	-0,100	0,000	LPD(-1)	-0,082	0,000	LPR(-1)	-0,083	0,000	LPD(-1)	-0,058	0,000
LPU_P(-1)	0,072	0,000	LPU_P(-1)	0,071	0,000	LPD_P(-1)	0,069	0,000	LPR_P(-1)	0,063	0,001
LPU_N(-1)	0,070	0,000	LPU_N(-1)	0,070	0,000	LPD_N(-1)	0,067	0,000	LPR_N(-1)	0,063	0,001
DLPR(-1)	0,363	0,000	DLPU_P(-3)	0,119	0,000	DLPD_P	0,849	0,000	DLPD(-1)	0,222	0,000
DLPU_P(-1)	0,254	0,000	DLPU_P(-1)	0,272	0,000	DLPD_N	0,442	0,000	DLPR_P	0,839	0,000
DLPR(-4)	0,124	0,000	DLPU_N(-2)	0,185	0,000	DLPD_N(-1)	0,130	0,003	DLPR_N	1,153	0,000
DLPU_N(-2)	0,076	0,001	DLPU_P(-2)	0,247	0,000	DLPD_N(-6)	0,064	0,034	DLPR_N(-2)	-0,257	0,000
DLPU_P(-6)	-0,047	0,020	DLPU_P(-4)	0,110	0,000	DLPD_N(-8)	0,083	0,005	DLPD(-6)	-0,133	0,000
DLPU_P	0,057	0,002	DLPU_N(-1)	0,156	0,000	DLPR(-4)	0,052	0,023	DLPD(-2)	0,066	0,034
DLPU_P(-9)	-0,071	0,001	DLPU_N(-3)	0,144	0,000	DLPR(-5)	-0,053	0,032	DLPR_P(-6)	0,087	0,039
DLPU_P(-3)	0,054	0,015	DLPD(-5)	0,099	0,000	DLPD_P(-9)	0,064	0,071	DLPD(-7)	0,104	0,004
DLPR(-2)	-0,075	0,034	DLPU_P(-5)	0,092	0,000	DLPR(-1)	0,092	0,020	DLPD(-8)	-0,078	0,007
DLPU_N(-4)	0,046	0,028	DLPU_N(-5)	0,076	0,000	DLPD_P(-1)	-0,096	0,017	DLPR_P(-8)	0,094	0,026
DLPR(-9)	-0,073	0,012	DLPD(-3)	-0,181	0,000	DLPR(-9)	-0,062	0,042	DLPR_P(-7)	-0,088	0,053
DLPR(-8)	0,097	0,004	DLPU_N(-4)	0,129	0,000				DLPD(-4)	0,056	0,033
			DLPU_N(-6)	0,069	0,001				DLPD(-3)	-0,072	0,018
β^+	0,722		β^+	0,866		β^+	0,833		β^+	1,078	
β^-	0,700		β^-	0,855		β^-	0,812		β^-	1,081	
$\Sigma\pi^+$	0,247		$\Sigma\pi^+$	0,840		$\Sigma\pi^+$	0,817		$\Sigma\pi^+$	0,932	
$\Sigma\pi^-$	0,122		$\Sigma\pi^-$	0,758		$\Sigma\pi^-$	0,719		$\Sigma\pi^-$	0,896	

*Os modelos foram estimados a partir das séries em logaritmo; a letra L em frente das variáveis denota as séries em logaritmo; a letra D em frente das variáveis refere-se as séries tomadas nas diferenças. Os parâmetros β e $\Sigma\pi$ representam os parâmetros de longo prazo e os somatórios dos parâmetros de curto prazo, respectivamente. Os parâmetros de longo prazo foram calculados por $\beta^+ = LP_P/c$, $\beta^- = LP_N/c$.

Fonte: elaborado pelo autor.

Para avaliar a cointegração das séries, foram realizados os testes t_{BDM} , cuja hipótese nula assume $\rho = 0$, e o teste F_{PSS} , com hipótese nula dada por $\rho = \theta^+ = \theta^- = 0$. Em todos os modelos estimados, a hipótese nula de ambos os testes foi rejeitada, indicando a presença de cointegração entre as variáveis. Ademais, o teste t_{BDM} também garante que os multiplicadores convergem para o parâmetro de longo prazo.

Tabela 13. Testes de assimetria e cointegração para os modelos NARDL estimados.

PR=f(PU)			PD=f(PU)			PR=f(PD)			PD=f(PR)		
Teste	Valor	Prob.	Teste	Valor	Prob.	Teste	Valor	Prob.	Teste	Valor	Prob.
R ²	0,769		R ²	0,877		R ²	0,856		R ²	0,860	
Testes de assimetria de curto e longo prazos											
$\beta += \beta -$	6,638	0,000	$\beta += \beta -$	3,126	0,002	$\beta += \beta -$	3,877	0,000	$\beta += \beta -$	-0,139	0,890
$\pi += \pi -$	-	-	$\pi += \pi -$			$\pi += \pi -$	8,704	0,000	$\pi += \pi -$	-5,326	0,000
$\Sigma \pi += \Sigma \pi -$	2,620	0,009	$\Sigma \pi += \Sigma \pi -$	1,946	0,052	$\Sigma \pi += \Sigma \pi -$	1,609	0,108	$\Sigma \pi += \Sigma \pi -$	0,423	0,672
Testes de cointegração											
F-PSS	29,042	0,000	F-PSS	7,760	0,000	F-PSS	7,760	0,000	F-PSS	6,167	0,000
t-BDM	-9,234	< 0,050*	t-BDM	-4,819	< 0,050*	t-BDM	-4,819	< 0,050*	t-BDM	-3,849	< 0,050*
Teste de autocorrelação (LM)											
2	1,006	0,366	2	1,448	0,236	2	0,673	0,511	2	1,053	0,350
4	0,729	0,572	4	1,020	0,396	4	0,804	0,523	4	1,435	0,221
6	0,959	0,452	6	0,915	0,484	6	0,623	0,712	6	1,145	0,335

*Segundo o trabalho de Pesaran, Shin e Smith (2001) o valor crítico a 5% para o t-BDM é -3,53 para $k = 2$ e -3,22 para $k = 1$, em que k representa a quantidade de variáveis utilizadas no modelo. Para o teste F-PSS, os valores equivalentes são 4,85 e 5,73.

Fonte: elaborado pelo autor.

Analisando o primeiro modelo estimado, que considera o preço da revenda em função do valor praticado nas usinas, é possível observar a existência de assimetria de curto ($\Sigma \pi += \Sigma \pi -$) e de longo prazo ($\beta += \beta -$) a partir dos testes apresentados na Tabela 14. No curto prazo, de acordo com os parâmetros estimados e exibidos na Tabela 13, um aumento de 1% no preço da usina eleva em 0,247% o preço de bomba, enquanto que a retração de 1% no valor praticado pelos produtores apresenta impacto acumulado de 0,122% ao consumidor. Para o longo prazo, os coeficientes obtidos indicam variação de 0,722% no caso de um aumento percentual unitário no preço dos produtores e de 0,700% quando se observa retração de 1% nos valores praticados pelas usinas.

A partir dos resultados do segundo e do terceiro modelos, é possível notar que a assimetria de transmissão de preços entre valor praticado pelo produtor e o preço pago pelo consumidor decorre de uma dinâmica de transmissão assimétrica tanto no elo da distribuição quanto no elo da revenda. Isso porque, os testes conduzidos para o longo prazo indicam que os repasses de preço acontecem de maneira mais intensa nos momentos de alta do que em momentos de queda nesses dois níveis da cadeia de comercialização do produto. Ademais, os testes definidos pelas hipóteses $H_0: \pi += \pi -$, que retrata a assimetria de curto prazo a partir do comportamento na primeira semana, e $H_0: \Sigma \pi += \Sigma \pi -$, que verifica a dinâmica de curto prazo a partir do efeito acumulado para as diferentes defasagens, também indicam algum nível de assimetria de curto prazo nas etapas de distribuição e revenda.

Em linhas gerais, aumentos de 1% no preço do produtor eleva o valor praticado pelo distribuidor em 0,840% no curto prazo, enquanto que magnitude similar de queda só atinge 0,758% na distribuição. A mesma lógica é aplicada quando a análise remete a relação entre revendedores e distribuidores: aumento de 1% no valor do distribuidor

gera elevação de 0,817% na bomba, ao passo que uma retração de 1% promove queda de apenas 0,719% no valor praticado pelos postos revendedores.

Esse comportamento assimétrico observado quando se analisa a dinâmica de transmissão no sentido do produtor até o consumidor não é verificado na direção inversa, quando se estima o preço do distribuidor em função de variações decorrente de choque de demanda na revenda. Com efeito, os resultados do último modelo estimado não indicam a rejeição da hipótese de que os parâmetros positivos e negativos sejam iguais tanto no curto ($\Sigma\pi^+ = \Sigma\pi^-$) quanto no longo prazo ($\beta^+ = \beta^-$). Observa-se, nesse caso, apenas assimetria de transmissão na primeira semana, visto que a hipótese dada por $\pi^+ = \pi^-$ é rejeitada. Assim, é possível concluir que variações de preço na revenda são transmitidas ao elo de distribuição sem nenhum tipo de assimetria de curto e longo prazos, exceção feita às mudanças na primeira semana após a alteração do valor na bomba.

A dinâmica de transmissão assimétrica observada nos três primeiros modelos estimados pode ser melhor observada a partir dos gráficos das Figuras 11, 12 e 13. Esses gráficos foram estruturados a partir do multiplicador extraído de cada um dos modelos estimados, o qual é definido considerando todos os parâmetros dos modelos, incluindo especialmente os coeficientes de curto prazo, os coeficientes de longo prazo e a velocidade de ajustamento no modelo de correção de erro.

Figura 11. Choque sobre o modelo preço de revenda decorrente da variação de 1% no preço da usina.

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 12. Choque sobre o modelo preço da distribuidora decorrente da variação de 1% no preço da usina.
Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 13. Choque sobre o modelo preço da revenda decorrente de 1% de variação no preço da distribuidora.
Fonte: elaborado pelo autor.

A análise dos gráficos das Figuras 11, 12 e 13 evidenciam a assimetria na transmissão dos preços dos produtores aos consumidores. A partir do gráfico da Figura 11, por exemplo, é possível verificar assimetria na magnitude dos repasses, bem como na velocidade em que os ajustes são realizados quando os preços sobem ou caem entre o produtor e o revendedor.

A forma observada no gráfico da Figura 11 decorre do comportamento dos diferentes elos da cadeia de comercialização do etanol hidratado. Com efeito, os resultados apresentados na Figura 12 evidenciam de forma mais pronunciada a assimetria relacionada à velocidade de repasse dos preços do produtor ao distribuidor. Esse comportamento sugere que as distribuidoras realizam um amortecimento nos choques de ofertas oriundos das usinas, repassando mais rapidamente os aumentos de preço para o revendedor e mais devagar as variações decorrentes de movimentos de queda nos valores praticados pelas usinas.

Nessa mesma linha, a Figura 13 evidencia o repasse rápido de aumentos de preço na distribuição ao consumidor, e a transmissão menos intensa quando se observa movimentos de queda nos valores praticados pelos distribuidores.

Em síntese, os resultados indicam a presença de transmissão assimétrica de preços do etanol hidratado entre o produtor e o distribuidor, bem como entre este e o posto revendedor. Esse movimento pode ser explicado pelas condições usualmente encontradas na literatura internacional sobre o tema e, ainda, por características únicas do mercado nacional.

Apesar de fugir ao escopo deste estudo uma análise empírica visando identificar e quantificar os determinantes desse comportamento assimétrico, a ampla revisão de literatura realizada e a avaliação das condições do mercado nacional conduzida ao longo do trabalho permitem indicações importantes sobre os elementos que justificam a assimetria de transmissão de preços evidenciada nos modelos estimados.

Entre os principais motivos encontrados na literatura especializada sobre o tema para justificar a presença de transmissão assimétrica de preços está o poder de mercado nos diferentes elos da cadeia. No caso brasileiro, esse aspecto pode estar presente em alguns momentos, visto que existe uma concentração elevada no setor de distribuição. Além disso, é possível imaginar a presença de poder de mercado no elo da revenda diante da existência de assimetria de informação, do valor dado pelo consumidor à marca exibida pelos postos e, por fim, de características regionais desse mercado.

No caso dos postos, vale mencionar que a Portaria ANP nº 116 de 05/07/2000 exige que os revendedores, que exibam marca comercial de alguma distribuidora, mantenham a compra de produto exclusivamente da empresa a qual estão vinculados (conhecidos como “postos bandeirados”). Em 2017, os postos bandeirados foram responsáveis pela comercialização de 55% do etanol hidratado vendido no mercado paulista. Apesar do elevado número de postos disponíveis, o risco relacionado à má qualidade do produto usualmente permite a esses postos a comercialização por um preço mais elevado do que os postos sem uso de marca da distribuidora (postos “bandeira branca”).

Deste modo, a despeito do número elevado de postos e da homogeneidade do produto comercializado, é provável que exista diferenciação por parte dos consumidores entre os postos bandeira branca e bandeirados. Em outras palavras, o uso da marca do distribuidor diminui a assimetria de informação entre o posto e o consumidor, de forma que este último aceite o pagamento de prêmio sobre o preço da bandeira branca para ter uma garantia maior de qualidade do produto.

Ainda em relação ao uso de poder de mercado, cabe mencionar que Beiral, Moraes e Bacchi (2013), ao analisar o setor de distribuição no Estado de São Paulo, não encontraram nenhum tipo de evidência do uso de poder de mercado nesse elo da cadeia. Por outro lado, o Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE) condenou 12 casos relacionados ao mercado de combustíveis, por práticas ilícitas no âmbito da defesa de concorrência (cartel e outras formas de coordenação de preços). Ademais, o órgão aprovou vários atos de concentração com restrições e chegou a rejeitar operações de compra entre empresas atuantes no setor de distribuição e revenda como a aquisição da ALE pela Ipiranga.

Segundo o estudo realizado pelo CADE focado nas decisões adotadas pela instituição ao longo dos últimos anos sobre o mercado de varejo de combustíveis, a concentração de mercado foi um dos principais fatores que geraram atitudes anticompetitivas pelos postos (OLIVEIRA; BÊNIA, 2014). A princípio, o CADE assume que o varejo de combustíveis pode ser uma atividade com alta concentração, pois as suas análises partem do princípio de que o mercado relevante possui uma dimensão espacial que, em geral, ocorre no âmbito municipal (total ou parcial) na maior parte do Brasil. Adicionalmente, a revenda de combustíveis é caracterizada pela existência de grandes redes proprietárias de postos, poucas distribuidoras com relações de exclusividade com uma parcela significativa de postos e a presença de entidades associativas que atuam como facilitadoras de acordos tácitos de coordenação de preços.

Este tema tem uma importância tão fundamental para o CADE que recentemente o órgão divulgou um parecer com 12 iniciativas para ampliar a concorrência neste setor. Estas medidas foram segmentadas em 3 grupos: o primeiro, de caráter regulatório, envolve medidas tais como a venda direta de etanol pela usina para o revendedor, imposição de restrições a verticalização no setor, permissão para a distribuidora importar de forma independente e aumentar a divulgação de informações para os clientes para que o consumidor amplie seu conhecimento e conscientização sobre os efeitos da concentração de mercado. Já o segundo grupo de medidas tem caráter tributário e propõe que sejam revisados os métodos da substituição tributária dos postos revendedores – atualmente a substituição é realizada na distribuidora a partir do PMPF (Preço Médio Ponderado ao Consumidor Final), além de rever os impostos *ad rem*, tais como o PIS e o Cofins. O terceiro ponto, mais genérico, propõe que os postos de autosserviço sejam permitidos e que sejam repensadas as normas sobre o uso concorrencial do espaço urbano.

As medidas estimuladas pelo CADE visam aumentar a concorrência no setor de combustíveis. Neste sentido, não é possível excluir de forma definitiva a presença de poder de mercado como um dos fatores responsáveis pela assimetria de transmissão de preços no mercado de combustíveis líquidos, ainda que o fenômeno possa se dar de forma regionalizada e pontual.

Outro item usualmente verificado na literatura internacional para explicar a assimetria de transmissão refere-se ao custo de menu. No caso brasileiro, a legislação obriga os postos a divulgar os preços dos combustíveis de forma ampla e visível na entrada dos postos. Essa obrigação é dada pela Resolução ANP nº 41/2013. Desta forma, o *setup* das bombas e dos painéis pode influenciar, ainda que de maneira menos intensa, a decisão de ajustes de preços pelos postos revendedores.

No elo da distribuição, outro aspecto que pode explicar a assimetria refere-se ao método de valoração do custo do combustível. Como as compras ou as vendas de etanol hidratado são registradas ao longo da semana, mas o preço médio das negociações é divulgado apenas na sexta-feira, o distribuidor repassará os aumentos de preços somente na semana seguinte. Neste sentido, quando existe perspectiva de aumento de preço do etanol hidratado no produtor, os distribuidores aceleram o repasse para os postos, pois a recomposição dos estoques ficará mais cara. Nos momentos de queda, por outro lado, o distribuidor reduz o ritmo de repasse dos preços porque os seus estoques estão mais caros do que o preço vigente. Essa dinâmica de precificação dos estoques pode ser um ponto relevante para a existência de assimetria de transmissão de preços.

Além disso, cabe mencionar que apesar da maior capacidade de estoques no setor estar concentrado nas usinas, as distribuidoras possuem capacidade de armazenagem por aproximadamente 15 dias de demanda, o que gera um certo conforto para realizar ajustes nos preços com menor frequências. Inclusive, a Resolução ANP nº 45, de 22 de novembro de 2013, estabelece níveis de estoque operacionais mínimos para as distribuidoras com a finalidade de reduzir os riscos operacionais que, por ventura, possam ocasionar desabastecimento. Desta forma, apesar desta norma ter um fundamento operacional, dado que existe uma responsabilidade pelo abastecimento por parte destas empresas, ela também é um fator que pode contribuir para elevar a capacidade do distribuidor realizar repasses assimétricos de preço para o revendedor.

Por outro lado, os postos revendedores possuem baixa capacidade de armazenagem e precisam ser reabastecidos com frequência quase diária, dependendo da demanda regional. Neste sentido, não é possível que esses agentes realizem operações de construção de grandes estoques dado a baixa capacidade de armazenagem. Isso ajuda a entender o repasse quase que imediato de preços quando ocorre um aumento nos valores praticados pelas distribuidoras.

Outra característica do mercado nacional que pode justificar a assimetria na transmissão de preços refere-se à forma de tributação aplicada ao etanol hidratado. Basicamente, dois tributos são cobrados na comercialização do produto: i) PIS⁵/Cofins⁶, que se configuram como tributos federais e possuem alíquota *ad rem* (valor específico por litro de combustível) e ii) ICMS⁷, recolhido por cada estado, com alíquota *ad valorem*. Em relação ao ICMS, chama a atenção a sistemática adotada pelos estados para o pagamento que deveria ser realizado pelos postos de revenda. Para facilitar a fiscalização e a efetividade do recolhimento, as distribuidoras se configuram como substitutas tributárias dos postos revendedores, portanto, cabe ao distribuidor recolher o tributo sobre o valor agregado nesse elo além de recolher o tributo que deveria ser atribuído conceitualmente ao elo final da cadeia.

Esse processo de substituição tributária é operacionalizado considerando o preço de bomba do combustível estipulado pelo poder público periodicamente, também conhecido como PMPF, ou a partir de uma margem de valor agregado também definida pelos Estados (conhecida como MVA⁸).

A influência desta sistemática sobre a transmissão de preços do produto é mais bem entendida a partir da análise da Figura 14. Nesse caso, é possível verificar que o valor de PMPF a partir do qual a distribuidora recolhe o tributo que conceitualmente deveria ser pago pelo posto revendedor é sempre defasado em relação ao preço efetivo de bomba no período. Assim, quando o preço da bomba está subindo, o tributo é menor do que deveria e, quando o preço está caindo, o tributo continua sendo cobrado considerando um valor mais elevado do biocombustível ao consumidor. Essa dinâmica deve influenciar a demora no repasse de preços (assimetria relacionada à velocidade) por parte dos distribuidores em período de redução no valor praticado pelos produtores.

Por fim, é conhecido no elo de distribuição a figura do distribuidor informalmente chamado de “Barriga de Aluguel”. São empresas que realizam a compra das usinas e distribuem para os postos de bandeira Branca sem o recolhimento do PIS e o Cofins e do ICMS. Desta forma, o posto bandeira branca pode apresentar um preço cerca de R\$ 0,20/l menor do que o posto bandeirado somente pelo fato da distribuidora não recolher o tributo. Nesses casos, também é possível verificar repasses de preços destas distribuidoras são mais rápidos do que as grandes em função do baixo nível de capital empregado, o que torna seu custo operacional mais enxuto, e do fato de que essas distribuidoras atuam de forma regionalizada. Logo, quando os preços da usina estão em queda, estes distribuidores não possuem quotas de compra nas usinas, fazem o pagamento antecipado para os produtores que apresentam mais dificuldades financeiras e repassam quase que imediatamente os movimentos de preço para obter uma parcela maior do mercado.

Nesta lógica, a tributação atual cria uma série de distorções no mercado que contribuem para a existência de assimetria de transmissão de preços entre os elos da cadeia de produção do etanol hidratado.

⁵ Programas de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público.

⁶ Contribuição para Financiamento da Seguridade Social.

⁷ Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços.

⁸ Margem de Valor Agregado.

Figura 14. Preço de bomba do etanol hidratado e PMPF.

Fonte: ANP (2018) e CONFAZ (2018).

Por fim, a presença da frota flex e o quase monopólio no setor de refino de petróleo no mercado nacional também devem influenciar a dinâmica de repasse de preços entre o produtor e os demais elos da cadeia de comercialização.

No caso dos postos, existe uma percepção de que a gasolina proporciona maior margem do que o etanol hidratado. Esse fato pode explicar, ao menos em parte, a demora para o repasse de quedas de preço do etanol hidratado no setor de revenda. Com a presença da frota flex, qualquer repasse cria estímulo para a redução nas vendas de gasolina C.

Com efeito, a Figura 15 exibe a margem média em Reais por litro auferida pelos postos nos Estado de São Paulo. Apesar do diferencial de conteúdo energético exigir um volume maior de etanol hidratado comercializado para substituir o consumo de gasolina (rendimento médio é usualmente considerado 70%), os proprietários de postos geralmente avaliam apenas a margem por litro de combustível vendido e, nesse caso, é evidente a maior receita com a comercialização de gasolina.

Figura 15. Margem de revenda do hidratado e da gasolina C no Estado de São Paulo.

Fonte: (ANP, 2018).

No caso da distribuição, a presença da frota flex, associada à elevada participação da Petrobrás no setor de refino, traz desafios adicionais para a garantia de suprimento, com reflexos na política de precificação do etanol hidratado. Isso porque os contratos de compra de gasolina estabelecidos pelas distribuidoras junto a Petrobrás usualmente exigem uma previsão de retirada para os próximos 60 ou 90 dias. Caso o volume de gasolina adquirido nesse período não siga a previsão inicialmente estabelecida, o contrato determina a aplicação de penalidade às distribuidoras.

Essa estrutura cria estímulo para evitar repasses significativos de preços do etanol hidratado que possam alterar de forma expressiva a relação de consumo entre o biocombustível e a gasolina. Em momentos de queda no preço do etanol hidratado na usina, por exemplo, o repasse integral e ágil desse movimento observado no produtor pode gerar estímulo para o maior consumo de etanol e, como consequência, reduzir as vendas de gasolina, prejudicando a previsão de volume a ser adquirido da Petrobrás.

Nos últimos anos, parte das distribuidoras começou a importar uma parcela do suprimento de gasolina para o abastecimento interno. Mesmo nessa operação, a necessidade de preservar o volume de vendas inicialmente projetado para a definição do suprimento do derivado fóssil é evidente. A gasolina que chega aos terminais nos portos brasileiros precisa ser descarregada e comercializada rapidamente.

Portanto, uma queda expressiva no consumo de gasolina pode reduzir a necessidade de compra do derivado, seja ele importado ou adquirido da Petrobrás. Independentemente do canal em que a compra está sendo efetuada, a alteração do volume inicialmente previsto deve elevar o custo de aquisição do produto fóssil, fato que cria inibição adicional ao repasse das quedas de preço no segmento produtor.

7. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos indicam que a presença de assimetria de transmissão de preço no mercado de etanol hidratado no principal estado produtor do país ocorre nos diferentes elos da cadeia de comercialização do produto. Os modelos que descrevem o comportamento dos preços da usina, da distribuidora e da revenda e suas interrelações evidenciaram uma assimetria de transmissão de preço no longo prazo em quase todas as versões estimadas. Para o curto prazo, os resultados obtidos indicaram a presença de assimetria relacionada à velocidade de transmissão de preço em quase todos os elos, principalmente nos modelos que descrevem o comportamento do preço da distribuição e da revenda em função do preço da usina.

Os multiplicadores derivados dos modelos estimados permitiram inclusive identificar temporalmente a trajetória dos preços em momentos de aumento ou de recuo dos valores praticados nos diferentes elos da cadeia de comercialização.

As informações obtidas permitem uma análise detalhada e prospectiva do tema, sendo fundamentais para: i) os analistas de mercado, que precisam antever as condições de consumo e preço aos consumidores; ii) as empresas de distribuição e revenda, que precisam programar adequadamente o suprimento de combustíveis; iii) os produtores de etanol, que dependem da estimativa de demanda por seu produto para estabelecer a melhor estratégia de produção e venda ao longo dos meses de safra; iv) o poder público, incluindo agências reguladoras e órgão de defesa da concorrência, que realizam avaliação sistemática do mercado visando identificar medidas que reduzam o custo de regulação e aumentem a eficiência desse mercado.

Essa dinâmica é especialmente importante no caso brasileiro, visto que as regras atuais estabelecem a obrigatoriedade dos diferentes elos da cadeia, com atividades e funções bastante delimitadas. A despeito dessa condição, não é possível afirmar a estrutura de mercado estabelecida pela regulação vigente seja responsável pelo movimento assimétrico de transmissão de preços observado.

Em linhas gerais, a existência de assimetria de transmissão de preço no mercado de etanol hidratado no Brasil deve estar relacionada a fatores institucionais, organizacionais e comerciais desse setor. Entre esses fatores, estão: condutas anticompetitivas, exercício de poder de mercado, aspectos tributários, impacto da frota flex e da estrutura de refino sobre a sistemática de suprimento das distribuidoras, custos de menu nos postos, assimetria de informação relacionada à qualidade do produto, armazenagem e mecanismos de valoração do estoque adotado pelas distribuidoras, entre outros.

Como uma análise dos determinantes da assimetria de transmissão de preços na cadeia de produção e de comercialização do etanol hidratado foge ao escopo deste estudo, sugere-se que esse tópico seja tratado em novas pesquisas sobre o tema. Apesar de não ter esgotado o assunto, o presente trabalho permitiu um avanço importante no entendimento do fenômeno. Por um lado, informações geradas permitem debates mais fundamentados sobre o tema, evitando argumentações desprovidas de suporte técnico adequado. Por outro, os resultados obtidos ampliam o entendimento da literatura sobre transmissão de preços, por empregar uma metodologia relativamente recente em um mercado com características únicas no mundo.

REFERÊNCIAS

- ABDLAZIZ, R. A.; RAHIM, K. A.; ADAMU, P. International Journal of Energy Economics and Policy Oil and Food Prices Co-integration Nexus for Indonesia: A Non-linear Autoregressive Distributed Lag Analysis. **International Journal of Energy Economics and Policy**, v. 6, n. 61, p. 82–87, 2016.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, G. N. E B. **Série histórica do levantamento de preços e de margens de comercialização de combustíveis**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/precos-e-defesa-da-concorrencia/precos/levantamento-de-precos>>. Acesso em: 6 jul. 2018.
- ALSAMARA, M. et al. Asymmetric responses of money demand to oil price shocks in Saudi Arabia: a non-linear ARDL approach. **Applied Economics**, v. 49, n. 37, p. 3758–3769, 2017.
- ALVES, J. DA S. **Transmissão de preços de açúcar e álcool em mercados espacialmente separados no Brasil na presença de custos de transação**. [s.l.] Universidade Federal de Pernambuco, 2009.
- ALVES, L. R. A. **Transmissão de preços entre produtos do setor sucroalcooleiro do estado de São Paulo**. Piracicaba: Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da Universidade de São Paulo, 24 jan. 2003.
- ANP. **Composição e estruturas de formação dos preços**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/precos-e-defesa-da-concorrencia/precos/composicao-e-estruturas-de-formacao-dos-precos>>. Acesso em: 22 mar. 2018.
- ANP. **Relação dos Distribuidores, Bases, Cessões de Espaço, Contrato de fornecimento, quotas e entregas**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/distribuicao-e-revenda/distribuidor/combustiveis-liquidos/relacao-dos-distribuidores-bases-cessoes-de-espaco-contrato-de-fornecimento-quotas-e-entregas>>.
- ANP. **Vendas de combustíveis**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/dados-estatisticos>>. Acesso em: 14 jul. 2018a.
- ANP. **Autorização para produção de etanol**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/producao-de-biocombustiveis/etanol/autorizacao-para-producao-de-etanol>>. Acesso em: 16 jul. 2018b.
- ANP. **Importações e Exportações**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/dados-estatisticos>>. Acesso em: 14 jul. 2018c.
- ANP. **Anuário Estatístico do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 2018** Agência Nacional Do Petróleo, Gás Natural E Biocombustíveis. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/publicacoes/anuario-estatistico/anuario-estatistico-2018>>.
- APERGIS, N.; EWING, B. T.; PAYNE, J. E. Oil reserve life and the influence of crude oil prices: An analysis of Texas reserves. **Energy Economics**, v. 55, p. 266–271, 2016.
- ATIL, A.; LAHIANI, A.; NGUYEN, D. K. Asymmetric and nonlinear pass-through of crude oil prices to gasoline and natural gas prices. **Energy Policy**, v. 65, p. 567–573, 2014.
- AZZAM, A. M. Asymmetry and Rigidity in Farm-Retail Price Transmission. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 81, n. 3, p. 525–533, 1999.
- BACCHI, M. R. P. Formação de preços no setor sucroalcooleiro da região centro-sul do Brasil: relação com o mercado de combustível fóssil. **Encontro Nacional de Economia**, v. 33, p. 20, 2005.
- BAGNAI, A.; MONGEAU OSPINA, C. A. Long- and short-run price asymmetries and hysteresis in the Italian gasoline market. **Energy Policy**, v. 78, p. 41–50, 2015.
- BAGNAI, A.; MONGEAU OSPINA, C. A. “Asymmetric asymmetries” in Eurozone markets gasoline pricing. **Journal of Economic Asymmetries**, v. 13, p. 89–99, 2016.

- BAILEY, D.; BRORSEN, B. W. Price Asymmetry in Spatial Fed Cattle Markets. **Western Journal of Agricultural Economics**, v. 14, n. 2, p. 246–252, 1989.
- BALKE, N. S.; BROWN, S. P. A.; YUCEL, M. K. Crude oil and gasoline prices: An asymmetric relationship? **Economic Review (07321414)**, p. 2, 1998.
- BARRETT, C. B.; BARRETT, C. B.; LI, J. A. U. R. Distinguishing Between Equilibrium and Integration in Spatial Price Analysis INTEGRATION IN SPATIAL PRICE ANALYSIS. **Amer. J. Agr. Econ**, v. 84, n. July, p. 292–307, 2016.
- BEIRAL, P. R. S.; MORAES, M. A. F. D. DE; BACCHI, M. R. P. **Concentração e poder de mercado na distribuição de etanol combustível: análise sob a ótica da nova organização industrial empírica**. [s.l.] Universidade de São Paulo, 2013.
- BENTZEN, E.; HIRSCHHEY, M. **Managerial Economics**. 14. ed. [s.l.] Cengage Learning EMEA, 2016.
- BETTENDORF, L.; VERBOVEN, F. Incomplete transmission of coffee bean prices: evidence from The Netherlands. **European Review of Agricultural Economics**, v. 27, n. 1, p. 1–16, 2000.
- BLOCK, A.; CORONEL, D. A.; VELOSO, G. D. O. Price transmission analysis in Brazilian sugarcane sector Análise da transmissão de preços no setor sucroalcooleiro brasileiro. **Revista Eletrônica de Estratégia e Negócios**, v. 5, n. 2, p. 120, 2012.
- BORENSTEIN, S.; CAMERON, A. C.; GILBERT, R. Do Gasoline Prices Respond Asymmetrically to Crude Oil Price Changes? **The Quarterly Journal of Economics**, v. 112, n. 1, p. 305–339, 1997.
- BROOKS, J.; MELYUKHINA, O. Estimating the Pass-Trough of Agricultural Policy Reforms: an Application to Russian Crop Markets, with Possible Extensions. **Agricultural policy reform and the WTO: where are we heading?**, 2003.
- CEPEA-ESALQ/USP, C. DE E. A. EM E. A. **Indicador semanal do etanol hidratado e anidro**. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/etanol.aspx>>. Acesso em: 24 abr. 2017.
- CHARLES, A.; DARNÉ, O. Trends and random walks in macroeconomic time series: A reappraisal. **Journal of Macroeconomics**, v. 34, n. 1, p. 167–180, 2012.
- CHATTOPADHYAY, M.; KUMAR MITRA, S. Exploring asymmetric behavior pattern from Indian oil products prices using NARDL and GHSOM approaches. **Energy Policy**, v. 86, p. 262–272, 2015.
- CONFORTI, P. **Price transmission in selected agricultural markets** **FAO Commodity and Trade Policy Research Working Paper**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <http://www.globalfoodsec.net/static/text/FAO_price_transmission.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2017.
- CRAMON-TAUBADEL, S. V. Estimating asymmetric price transmission with the error correction representation: An application to the German pork market. **European Review of Agricultural Economics**, v. 25, n. 1, p. 1–18, 1998.
- DELATTE, A. L.; LÓPEZ-VILLAVICENCIO, A. Asymmetric exchange rate pass-through: Evidence from major countries. **Journal of Macroeconomics**, v. 34, n. 3, p. 833–844, 2012.
- DICKEY, D. A.; FULLER, W. A. Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root. **Journal of the American Statistical Association**, v. 74, n. 366, p. 427, 1979.
- DIKS, C.; PANCHENKO, V. A new statistic and practical guidelines for nonparametric Granger causality testing. **Journal of Economic Dynamics and Control**, v. 30, p. 1647–1669, 2006.
- ENDERS, W.; GRANGER, C. W. J. Unit-Root Tests and Asymmetric Adjustment With an Example Using the Term Structure of Interest Rates. **Journal of Business & Economic Statistics**, v. 16, n. 3, p. 304–311, 1998.

- ENDERS, W.; SIKLOS, P. L. Cointegration and Threshold Adjustment.pdf. **Journal of Business & Economic Statistics**, v. 19, n. 2, p. 166–176, 1984.
- FACKLER, P. L.; GOODWIN, B. K. **Chapter 17 Spatial price analysis** **Handbook of Agricultural Economics**, 2001.
- FARRELL, M. J. Irreversible Demand Functions. **Econometrica**, v. 20, n. 2, p. 171–186, 1952.
- FEDOSEEVA, S. Are agri-food exports any special? Exchange rate nonlinearities in European exports to the US. **German Journal of Agricultural Economics**, v. 63, n. 4, p. 259–270, 2014.
- FOMBY, T. B.; BLAKE, N. S. Threshold Cointegration. **International Economic Review**, v. 38, n. 3, p. 627–645, 1997.
- FRASCAROLI, B. F.; CARVALHO, P. S. DE A. Transmissão de preços no mercado de bioetanol entre Alagoas e Pernambuco: uma análise de cointegração. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 14, n. 1–3, p. 105–138, 2016.
- FREY, G.; MANERA, M. Econometric models of asymmetric price transmission. **Journal of Economic Surveys**, v. 21, n. 2, p. 349–415, 2007a.
- FREY, G.; MANERA, M. Econometric models of asymmetric price transmission. **Journal of Economic Surveys**, v. 21, n. 2, p. 349–415, abr. 2007b.
- GARDNER, B. L. The Farm-Retail Price Spread in a Competitive Food Industry. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 57, n. 3, p. 399, 1975.
- GOODWIN, B. K. Spatial Market Integration in the Presence of Threshold Effects Spatial Market Integration in the Presence of Threshold Effects 1 Introduction. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 83, n. 919, p. 302–317, 1999.
- GOODWIN, B. K.; HARPER, D. Price Transmission, Threshold Behavior, and Asymmetric Adjustment in the U.S. Pork Sector. **Journal of Agricultural and Applied Economics**, v. 32, n. 3, p. 543–553, 2000.
- GOODWIN, B. K.; HOLT, M. T. Price transmission and asymmetric adjustment in the US beef sector. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 81, n. 3, p. 630–637, 1999.
- GRANGER, C. W. J. Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. **Econometrica**, v. 37, n. 3, p. 424, 1969.
- GRANGER, C. W. J. Spurious Regressions in Econometrics. **A Companion to Theoretical Econometrics**, v. 2, p. 557–561, 2007.
- GRANGER, C. W. J.; HALLMAN, J. Nonlinear Transformations of Integrated Time Series. **Journal of Time Series Analysis**, v. 12, n. 3, p. 207–224, 1991.
- GRANGER, C. W.; LEE, T. Investigation of production, sales and Inventory relationships using multicointegration and non-symmetric error correction models. **Journal of Applied Econometrics**, v. 4, n. 4, p. S145–S159, 1989.
- GREENWOOD-NIMMO, M.; KIM, T.-H. Fundamental Asymmetries in US Monetary Policymaking: Evidence from a Nonlinear Autoregressive Distributed Lag Quantile Regression Model *. 2011.
- GREENWOOD-NIMMO, M.; SHIN, Y. Taxation and the asymmetric adjustment of selected retail energy prices in the UK. **Economics Letters**, v. 121, n. 3, p. 411–416, 2013.
- GUERREIRO, E.; RAIHER, A. P. A Evolução da Produção de Etanol no Brasil, no Período de 1975 a 2009. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 43, n. 4, p. 141–160, 2009.
- HONG, S.-W.; KIM, H.-N. Asymmetric Impacts of the Crude Oil Price Changes on Korea's Export Prices Division of Industry and Trade Analysis. **Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society**, v. 17, n. 4, p. 663–670, 2016.

- HONG, T. et al. Is gold a hedge against inflation? New evidence from a nonlinear ARDL approach. **Economic Modelling**, v. 54, p. 54–66, 2016.
- HOU, J. C.; YANG, M. C. The asymmetric effect of coal price on the China's macro economy using NARDL model. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 40, n. 1, p. 1–7, 2016.
- HOUCK, J. An approach to specifying and estimating nonreversible functions. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 47, n. 1, p. 5–86, 1977.
- IBRAHIM, M. H. Oil and food prices in Malaysia: a nonlinear ARDL analysis. **Agricultural and Food Economics**, v. 3, n. 1, p. 2, 2015.
- J.Z., DOS S.; D.R.D., A.; A.M., F. Assimetria na Transmissão de Preços e Poder de Mercado: O caso do mercado varejista de etanol no estado de São Paulo. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 53, n. 2, p. 195–210, 2015.
- JOHANSEN, S. Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models. **Econometrica**, v. 59, n. 6, p. 1551, 1991.
- JOHANSEN, S.; JUSELIUS, K. Maximum likelihood estimation and inference on cointegration with applications to the demand for money. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, v. 52, n. 2, p. 169–210, 1990.
- KARANTININIS, K.; KATRAKYLLIDIS, K.; PERSSON, M. Price Transmission in The Swedish Pork Chain: Asymmetric Non Linear ARDL. **EAAE 2011 Congress, Change and Uncertainty Challenges for Agriculture, Food and Natural Resources**, p. 11, 2011.
- KUMAR, S. On the nonlinear relation between crude oil and gold. **Resources Policy**, v. 51, p. 219–224, 2017.
- LOPES, M. B.; SILVA, A. L. DA; CONEJERO, M. A. Fluxos e poder nos canais de distribuição de etanol carburante: um estudo qualitativo no estado de São Paulo. **Administração**, v. 45, n. 4, p. 356–372, 2010.
- LUTKEPOHL, H. **New introduction to multiple time series analysis**. [s.l.] New York, 2005.
- MCCORRISTON, S. Price transmission, market power, marketing chain, returns to scale, food industry. **European Review of Agriculture Economics**, v. 28, n. 2, p. 143–159, 2001.
- MEYER, J.; VON CRAMON-TAUBADEL, S. Asymmetric Price Transmission: A Survey. **Journal of Agricultural Economics** —, v. 55, n. 3, p. 581–611, 2004.
- MOHANTY, S.; PETERSON, E. W. F.; KRUSE, N. C. Price Asymmetry in the International Wheat Market. **Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroeconomie**, v. 43, n. 3, p. 355–366, 1995.
- NG, B. Y. S.; PERRON, P. Lag Length Selection and the Construction of Unit Root Tests with Good Size and Power. Author (s): Serena Ng and Pierre Perron Published by: The Econometric Society Stable URL: <http://www.jstor.org/stable/2692266>. **Econometrica**, v. 69, n. 6, p. 1519–1554, 2001.
- NUSAIR, S. A. The effects of oil price shocks on the economies of the Gulf Co-operation Council countries: Nonlinear analysis. **Energy Policy**, v. 91, p. 256–267, 2016.
- OLIVEIRA, G. A. S.; BÊNIA, G. C. **Varejo de gasolina**. Brasília/DF: Departamento de Estudos Econômicos - Cade, 2014.
- ÖZTÜRKLER, H.; DEMIR, F.; YILMAZ, S. Crude Oil Price Pass-Through to Domestic Prices in Turkey: Asymmetric Nonlinear ARDL Approach. **EY International Congress on Economics II**, n. 256, p. 1–14, 2015.
- PAL, D.; MITRA, S. K. Asymmetric impact of crude price on oil product pricing in the United States: An application of multiple threshold nonlinear autoregressive distributed lag model. **Economic Modelling**, v. 51, p. 436–443, 2015.
- PAL, D.; MITRA, S. K. Asymmetric oil product pricing in India: Evidence from a multiple threshold nonlinear ARDL model. **Economic Modelling**, v. 59, p. 314–328, 2016.
- PERRON, P. Testing for a unit root in time series regression. **Oxford University Press on behalf of Biometrika**

- Trust**, v. 75, n. 2, p. 335–346, 2014.
- PESARAN, M. H.; SHIN, Y.; SMITH, R. J. Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. **Journal of Applied Econometrics**, v. 16, n. 3, p. 289–326, 1 maio 2001.
- RAFIQ, S.; BLOCH, H. Explaining commodity prices through asymmetric oil shocks: Evidence from nonlinear models. **Resources Policy**, v. 50, p. 34–48, 2016.
- REPORT, A. S. **Anuário estatístico**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/publicacoes/anuario-estatistico/2441-anuario-estatistico-2016>>.
- SANTOS, J. Z. DOS. **Poder de Mercado no Varejo de Etanol no Estado de São Paulo**. [s.l.] Universidade Federal de São Carlos, 2012.
- SCHORDERET, Y. Asymmetric Cointegration. **Université de Genève**, p. 1–22, 2003.
- SHIN, Y.; YU, B.; GREENWOOD-NIMMO, M. Modelling Asymmetric Cointegration and Dynamic Multipliers in a Nonlinear ARDL Framework. In: **Festschrift in Honor of Peter Schmidt**. [s.l.] Springer, 2014a. p. 281–314.
- SHIN, Y.; YU, B.; GREENWOOD-NIMMO, M. Modelling Asymmetric Cointegration and Dynamic Multipliers in a Nonlinear ARDL Framework. **Festschrift in Honor of Peter Schmidt**, v. 44, n. 0, p. 281–314, 2014b.
- SILVA, A. S. DA et al. **Transmissão assimétrica de preços: o caso do mercado de gasolina a varejo nos municípios do Brasil**. [s.l.] Universidade Federal de Juiz de Fora, 2011.
- SILVEIRA, A. M. **A relação entre os preços de açúcar nos mercados domésticos e internacional**. [s.l.] Universidade de São Paulo, 2004.
- SINDIPEÇAS. **Frota Circulante**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://www.sindipecas.org.br/area-atuacao/?co=s&a=frota-circulante>>.
- TODA, H. Y.; YAMAMOTO, T. Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes. **Journal of Econometrics**, v. 66, n. 1–2, p. 225–250, 1 mar. 1995.
- TONG, H. **Threshold Models in Non-linear Time Series Analysis**. New York: Springer, 1983. v. 21
- TSAY, R. S. Testing and Modelling Threshold Autoregressive Processes. **Journal of the American Statistical Association**, v. 84, n. 405, p. 231–240, 1989.
- TWEETEN, L. G.; QUANCE, C. L. Positivistic Measures of Aggregate Supply Elasticities: Some New Approaches. **American Economic Review**, v. 59, n. 2, p. 175, 1969.
- UNICA. **UNICADATA**. Disponível em: <<http://www.unicadata.com.br/>>. Acesso em: 14 jul. 2018.
- WARD, R. W. Asymmetry in Retail, Wholesale, and Shipping Point Pricing for Fresh Vegetables. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 64, n. 2, p. 205, 1982.