

# 1 Revisão Bibliográfica

Estudos sobre a transmissão da volatilidade entre os mercados de energia e agricultura ainda são escassos[Ver Serra(2011), Gardebroek e Hernandez (2013) e Cabrera e Schulz (2015) ]. A maioria dos estudos sobre inter relações entre os biocombustíveis e os preços das commodities agrícolas são para Brasil e os EUA, maiores produtores de biocombustíveis. A seguir, apresentamos uma breve revisão da literatura recente sobre as transmissões de preços relacionadas aos biocombustíveis.

Balcombe e Rapsomanikis (2008) investigam ajuste não-linear para o equilíbrio de longo prazo entre petróleo bruto, etanol e açúcar no Brasil utilizando técnicas bayesianas. Encontram que os preços do petróleo determinam equilíbrio de longo prazo dos preços do açúcar e do etanol no Brasil. Também verificaram que mudanças nos preços do açúcar causaram mudanças nos preços do etanol, mas não o contrário, sugerindo uma hierarquia causal entre os mercados: do petróleo para açúcar e do açúcar para o etanol. Segundo os autores o crescimento de longo prazo esperado levará a uma expansão da demanda de energia, o que sustentará os preços do petróleo em níveis elevados e garantirá a continuidade das relações de preços entre os mercados de energia e alimentos.

Zhang (2009) usa um modelo de correções vetoriais (VECM) e um modelo de heterocedasticidade condicional autorregressiva múltipla (MGARCH) para investigar as transmissões de volatilidade entre os mercados do etanol, milho, petróleo e soja nos Estados Unidos entre o período de março de 1987 a dezembro de 2007. Como resultado, não encontra uma relação de longo prazo entre os preços das commodities agrícolas e dos combustíveis. Um choque nos mercados dos combustíveis pode impactar os preços das commodities agrícolas, porém há baixa persistência deste choque nos preços dos produtos agrícolas no curto prazo. Segundo o autor mercados descentralizados e livremente operacionais atenuarão a persistência desses choques.

Wu (2010) utilizam um modelo MGARCH para examinar o transbordamento das volatilidades entre os mercados de petróleo e milho nos Estados Unidos entre o período janeiro de 1992 a junho de 2009. Além encontrar evidências de transbordamento das volatilidades entre os mercados, os resultados indicam que o mercado de milho tornou-se muito mais conectado ao do petróleo após a introdução da Lei de Política Energética de 2005. Também verificam que os transbordamentos de volatilidade entre os mercados são maiores em períodos de alta taxa de consumo de gasolina-etanol.

Serra(2011) usa o método desenvolvido por Seo(2007), um estimador de máximo verossimilhança do vetor de cointegração que estima conjuntamente o ECM e processo MGARCH, para avaliar a transmissão da volatilidade de preços do etanol ao longo do tempo e entre os mercados de açúcar e petróleo. Como resultado encontra que aumento do preço petróleo leva ao um novo equilíbrio caracterizado por preços mais altos do etanol. Também verificam que choques positivos no mercado do petróleo e do açúcar levam a um aumento da volatilidade nos preços do etanol. No outro trabalho para o Brasil, Serra (2011) investiga as transmissões de volatilidades dos preços entre os mercados

de petróleo, etanol e açúcar usando um modelo GARCH semi paramétrico e dados semanais entre período de julho de 2000 a novembro de 2010 para o Brasil. Os resultados sugerem que os preços do etanol e petróleo, tão quanto os preços do açúcar e do etanol, estão relacionados por uma paridade de equilíbrio de longo prazo. As relações demonstram que o preço do etanol aumenta com o preço da açúcar e do petróleo. Para avaliar os efeitos de transbordamento da volatilidade a autora usou um modelo BEKK. Como resultado, obteve que choques do petróleo e no mercado de açúcar levam a uma maior volatilidade nos preços do etanol. No entanto, o mercado do etanol possui pouca capacidade de aumentar a instabilidade nos mercados de petróleo e açúcar. Por meio da comparação das variâncias simuladas sob os modelos GARCH paramétrico e semi-paramétrico a autora conclui que as variáveis os estimadores semiparamétricos podem captar com mais precisão o comportamento dos preços durante os períodos turbulentos.

Serra e Gil (2012) usam dados mensais de janeiro de 1990 a dezembro de 2010 para estudar a volatilidade do preço do milho nos Estados Unidos. Para tanto os autores estimam um modelo MGARCH, que permite variáveis exógenas, parametricamente e semiparametricamente. Como resultado, encontram evidências de transmissão de volatilidade entre os mercados do etanol e milho. Também verificam que estoques de milho diminui a volatilidade dos preços deste produto, enquanto instabilidade econômica leva a um aumento da instabilidade dos preços. Os autores destacam relevância de estender as análises de transbordamento de volatilidade entre os mercados de alimentos e energia considerando um conjunto mais amplo de variáveis explicativas, uma vez que variáveis exógenas mostraram importantes nos modelos de volatilidade.

Gardebroek e Hernandez (2013) usam a abordagem MGARCH para examinar a transmissão de volatilidade nos preços do petróleo, etanol e milho entre os anos de 1997 e 2011 para os Estados Unidos. Particularmente, os autores estimam o modelo T-BEKK e um modelo DCC. Os resultados indicam que não existem transbordamentos cruzados para os retornos médios entre os mercados de petróleo, etanol e milho. O retorno médio observado de cada commodity é influenciado somente pelo retorno defasado do mesmo mercado e não pelos retornos defasados nos outros mercados. As commodities também apresentaram efeitos de volatilidade própria significativamente elevadas, sendo que etanol mostrou uma mais baixa persistência da própria volatilidade. Os efeitos cruzados para volatilidade apresentaram significativos, porém com menor magnitude do que a volatilidade própria. Para estudar as interações ao longo do tempo entre as commodities os autores estimaram os modelos para subamostras. Entre resultados, encontraram que o etanol e milho apresentaram uma maior interação nos últimos anos da amostra, período no qual o etanol tornou-se o principal substituto para a gasolina. Além disso, as estimações mostraram importantes efeitos de transbordamento do milho para o etanol e não o contrário. Resultados não fornecem evidências que a volatilidade nos mercados de energia estimulam a volatilidade de preços no mercado do milho.

Cabrera e Schulz (2015) investigam as ligações de curto e longo prazo entre os pre-

ços de combustíveis e de commodities agrícolas na Alemanha no período de 2003 a 2012. No artigo as autoras usam um novo estimador de mínimos quadrados generalizados factível introduzido por Herwartz e Lütkepohl (2011), que acomoda a heterocedasticidade no procedimento de estimação da relação de cointegração. Mais precisamente é calculado VECM para filtrar os comovimentos entre as séries. As tendências de curto prazo, resíduos do VECM, são usadas para modelar as inter relações de volatilidade através de um modelo MGARCH. Todos os parâmetros, tanto do VECM e MGARCH, são calculados conjuntamente por meio de estimador FGLS. Como resultado encontram que as volatilidades e correlações são altamente persistentes no curto prazo. Verificam que os preços se movem juntos e preservam um equilíbrio de longo prazo, onde os preços do biodiesel se ajustam aos preços do petróleo bruto e da colza. Também encontram que a volatilidade do biodiesel está apenas ligada fracamente à volatilidade do petróleo bruto e da colza tanto no curto como no longo prazo, enquanto a ligação entre a volatilidade da colza e do petróleo está aumentando nos últimos anos. Com base nestes resultados, concluem que as preocupações com o biodiesel como causa dos altos e voláteis preços dos alimentos são injustificadas.

Como pode observar, apesar de existirem alguns trabalhos sobre as transmissões de preços e volatilidade entre os mercados de combustíveis e alimentos para o Brasil, não existem estudos sobre inter relações do mercado de biocombustível com a commodity soja. O trabalho busca compreender estas inter relações, uma vez que cana de açúcar (matéria prima para etanol e açúcar) e a soja estão entre os principais produtos agrícolas produzidos no Brasil.