

**VARIAÇÕES NA COBERTURA FLORESTAL E O COMÉRCIO INTERNACIONAL DE
COMMODITIES AGROPECUÁRIAS: UMA INVESTIGAÇÃO À LUZ DA TEORIA DE
TRANSIÇÃO FLORESTAL**

CAMILA ESPEZIO DE OLIVEIRA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
camila.espezio.oliveira@usp.br

ALEXANDRE TOSHIRO IGARI
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
alexandre.igari@usp.br

VARIAÇÕES NA COBERTURA FLORESTAL E O COMÉRCIO INTERNACIONAL DE *COMMODITIES* AGROPECUÁRIAS: UMA INVESTIGAÇÃO À LUZ DA TEORIA DE TRANSIÇÃO FLORESTAL

RESUMO

A Teoria da Transição Florestal prevê recuperação das florestas a partir de alterações no foco da economia, onde os setores terciário e secundário substituiriam o setor primário. Críticos desta hipótese afirmam que a transição ocorre por meio do deslocamento da produção agropecuária ao exterior, enquanto os países produtores passariam por uma expansão da agricultura, perdendo cobertura florestal. Outros autores refutam a ideia de que o comércio internacional seria o principal canal de ligação entre a Transição Florestal em países importadores e o avanço das fronteiras agropecuárias nos países produtores. Diante da divergência dos modelos explicativos, o presente estudo busca avaliar se o comércio internacional de *commodities* agropecuárias promove o deslocamento das áreas de desmatamento de países importadores de *commodities* para países exportadores. Foram analisados dados de exportações e importações de soja em grão e óleo de palma pelos principais países nesses mercados, em seguida confrontando-os com dados de variação histórica da cobertura florestal desses países entre os anos de 1990 e 2015. Os resultados apontam que há correlação significativa entre o comércio internacional de *commodities* e a variação de florestas durante o período analisado.

Palavras-chave: Transição florestal, Mudança de uso das terras, *Commodities* Agropecuárias.

VARIATIONS IN FOREST COVER AND THE INTERNATIONAL TRADE OF AGRICULTURAL COMMODITIES: AN INVESTIGATION IN THE LIGHT OF THE FOREST TRANSITION THEORY

ABSTRACT

The Forest Transition Theory states that forest recover arises from changes in the focus of the economy, where the tertiary and secondary sectors would replace the primary sector. Critics affirm that the transition occurs through the displacement of agricultural production abroad, while producing countries go through an expansion of agriculture, losing forest cover. Other authors refute the idea that international trade would be the primary linkage between the Forest Transition occurrence in importing countries and the advance of agricultural frontiers in producing countries. Considering the divergence between explanatory models, this study seeks to assess whether the international trade of agricultural commodities promotes the displacement of deforestation areas from importing countries to commodity-exporting countries. Data on exports and imports of soybeans and palm oil by the main countries in these markets were analyzed, and then compared with data on the historical variation of the forest cover of these countries between 1990 and 2015. The results indicate that there is significant correlation between the international trade of commodities and the variation of forests during the analyzed period.

Key words: Forest transition, Land use change, Agricultural commodities.

1. INTRODUÇÃO

A Transição Florestal (TF) é um fenômeno caracterizado pela mudança na trajetória do uso das terras, onde, a partir de um período de contínua redução da cobertura florestal, ocorre um ponto de inflexão para um o predomínio da expansão de florestas (MATHER, 1992; FARINACI *et al.*, 2013).

A ocorrência da TF está ligada ao avanço da indústria e dos serviços, que atraem grande contingente da população rural para as cidades, causando escassez de mão de obra no campo. Esta escassez de mão de obra favorece o processo de mecanização agrícola. Estes fatores aumentam os custos da produção agropecuária e favoreceriam o abandono de áreas menos favoráveis à mecanização, concentrando a produção em áreas mais produtivas e, conseqüentemente, liberando áreas marginais para uma recuperação de vegetação nativa (MATHER, 1992; RUDEL *et al.*, 2005).

Portanto, a Teoria da Transição Florestal (TTF) associa a mudança nos estoques de florestas ao processo de desenvolvimento econômico, onde em um período inicial predomina o setor primário (extrativismo, agropecuária e mineração), que causa um grande declínio na cobertura florestal, e em seguida, com a industrialização e posterior predomínio do setor de serviços na economia, ocorreria um aumento florestal, mostrando um alinhamento dessa teoria com as premissas e previsões da Curva de Kuznets Ambiental (CKA) (MATHER, 1992; RUDEL *et al.*, 2005).

A CKA, proposta por Grossman e Krueger em 1995, prevê uma relação de causalidade entre desenvolvimento econômico (representado pelo PIB *per capita*) e a degradação ambiental, representada por uma curva em formato de U invertido (figura 1), ou seja, o aumento inicial de PIB *per capita* causaria em um primeiro momento o aumento da degradação ambiental e, após um determinado nível de rendimento *per capita*, a degradação ambiental passaria a cair (VAN ALSTINE & NEUMAYER, 2010). Economias fundamentadas em produção e exportação de bens primários, caracterizados por marcante degradação ambiental em seu processo produtivo, como a produção de *commodities* agropecuárias, estariam nos primeiros estágios do modelo da CKA.

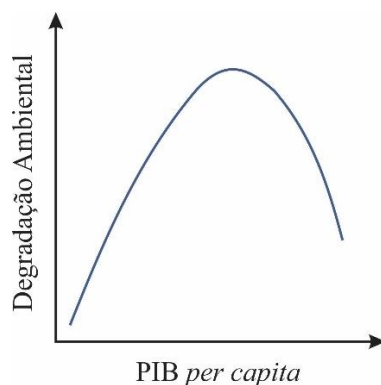


Figura 1 – Curva de Kuznets Ambiental

Fonte: Produção dos próprios autores com base em Grossman e Krueger, 1995.

Entende-se por *commodity* toda matéria-prima ou produto com pequeno grau de industrialização produzido em grandes quantidades e por diferentes produtores. Muitos países em desenvolvimento passam por um processo de mudança no uso de terras, através da conversão de florestas, bosques e outros habitats naturais para a produção de *commodities* agropecuárias (BARBIER, 2004).

Meyfroidt *et al.* (2010) afirmam que a globalização do comércio de *commodities* agropecuárias interconecta a demanda global por esses produtos às mudanças locais de uso das terras. Assim, alguns países tem a transição florestal em escala nacional facilitada pela

globalização econômica, por meio do deslocamento da produção agropecuária ao exterior. Os países produtores, por sua vez, passam por uma expansão da agricultura em larga escala, e perdem cobertura florestal. Esse fenômeno é observado, segundo Pfaff & Walker (2010), também em escala subnacional. No Brasil, por exemplo, é possível que a Amazônia esteja substituindo a produção de madeira e produtos agropecuários em outras regiões do país, tornando-se uma região facilitadora e sofrendo assim um declínio da cobertura florestal, enquanto outras regiões, como partes da Mata Atlântica, apresentam um aumento na cobertura florestal (PFAFF & WALKER, 2010).

Entretanto, Meyfroidt *et al.* (2010) entendem que o comércio global de *commodities* agropecuárias por si só não seria suficiente para induzir grandes deslocamentos internacionais no uso das terras. Políticas voltadas à conservação florestal, reflorestamento, intensificação agrícola e planejamento do uso da terra também podem contribuir localmente para a ocorrência do fenômeno de TF. Igari e Tambosi (2016), entendem que políticas nacionais de conservação ambiental ou de incentivo agropecuário alteram os custos relativo da produção agropecuária entre os países, o que contribui para o entendimento das conexões entre a ocorrência da TF em uma região e de desmatamento em outras.

A incerteza dos modelos explicativos quanto ao peso do comércio internacional na mudança do uso das terras dos países exportadores e importadores de *commodities* agropecuárias, demanda uma ampliação e aprofundamento de estudos que produzam resultados empíricos capazes de contribuir para a elucidação deste fenômeno. O presente trabalho busca avaliar empiricamente a relação entre o comércio internacional de *commodities* agropecuárias e a cobertura florestal em países exportadores e importadores.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Teoria da Transição Florestal (TTF)

Kuznets (1955) propõe que os processos de crescimento econômico de um país resultam numa melhoria da distribuição de renda a longo prazo, porém, a curto prazo o crescimento econômico seria acompanhado pelo aumento da desigualdade de renda, fazendo com que a relação de causalidade entre o crescimento econômico e a desigualdade seja representada por um gráfico em formato de U invertido, popularmente conhecido como Curva de Kuznets.

Quarenta anos após a proposição da Curva de Kuznets, Grossman e Krueger (1995), propõem a Curva de Kuznets Ambiental (CKA), a partir de uma análise da relação entre crescimento econômico e a qualidade do ar, chegando a uma curva em formato de U invertido, onde inicialmente o crescimento do PIB *per capita* vincula-se ao crescimento nas concentrações dos poluentes atmosféricos, e, a partir de um ponto de inflexão, o crescimento do PIB *per capita* resulta em redução nas concentrações dos poluentes (Figura 1).

A CKA indicaria que em um primeiro momento de crescimento os países tenderiam a não priorizar o controle da degradação ambiental e, quando atingissem um maior grau de desenvolvimento, a qualidade ambiental passaria a figurar entre suas prioridades, assim como o capital tecnológico acumulado permitiria que os bens e serviços fossem produzidos com menos recursos naturais e menos poluição (CARVALHO & ALMEIDA, 2010; CECHIN & PACINI, 2012). Por outro lado, os críticos ao modelo consideram que a trajetória de desenvolvimento dos países periféricos não tem que necessariamente passar pelo processo de degradação ambiental que caracterizou a trajetória dos países desenvolvidos, vislumbrando as possibilidades de aporte de tecnologias previamente desenvolvidas. Além disso, o foco da CKA em variações incrementais em impactos ambientais isolados pode subestimar os efeitos irreversíveis e também o aumento de outras formas secundárias de degradação ambiental sensíveis às variações no aspecto ambiental enfocado (STERN *et al.*, 1996; STERN, 2004; YOUNG, 2011).

Nesse sentido, não há garantia que a CKA represente a trajetória prevista para os países em desenvolvimento, e mesmo que se sustente a longo prazo. O formato de U invertido poderia representar um estágio inicial da relação entre o desenvolvimento econômico e degradação de um dado aspecto ambiental, entretanto, considerando efeitos secundários em outras formas de degradação ambiental, a trajetória voltaria a ser ascendente, sugerindo que em altos níveis de crescimento a qualidade ambiental poderia voltar a se deteriorar (CARVALHO & ALMEIDA, 2010).

Guardando analogia aos pressupostos teóricos da CKA, a Teoria da Transição Florestal (TTF), é proposta por Alexander Mather em 1992. Mather (1992) relaciona a transição do uso das terras na direção de recuperação de florestas a uma desaceleração das taxas de crescimento da população e às mudanças de atitudes e percepções da população e do governo. Já em um segundo trabalho, publicado em 1998, o autor apresenta como fundamento da transição florestal a especialização da agricultura, que passa por um processo de concentração nas terras com maior produtividade, o que resultaria em abandono das terras marginais e início do processo de recuperação florestal (MATHER & NEEDLE, 1998). Analogamente à CKA, a TTF também pode ter suas previsões comprometidas, na medida que a especialização e os ganhos de produtividade da agropecuária não sejam suficientes para atender ao crescimento da demanda por alimentos, mais sensível agora às mudanças nos padrões de consumo. Neste contexto haveria necessidade de expansão agropecuária para atender aos incrementos de demanda (NEPSTAD *et al.*, 2006).

A globalização do mercado de *commodities* agropecuárias sublinha as vantagens comparativas dos países produtores, fomentando a especialização e a divisão internacional da economia. Desta forma as vantagens comparativas econômicas, institucionais e ambientais acabam sendo vetores não somente para a alocação global das áreas agropecuárias, como também para a degradação ambiental atrelada a este setor, como a depleção de recursos hídricos, desmatamento e perda de biodiversidade (PTAFF & WALKER, 2010). Desta forma, enquanto os países produtores passam por uma expansão da agricultura em larga escala e perdem cobertura florestal, outros países tem a transição florestal em escala nacional facilitada pela globalização econômica, por meio do deslocamento da produção agropecuária ao exterior, mesmo que esse não seja o único canal de ligação entre a TF em países importadores e o avanço das fronteiras agropecuárias nos países produtores (MEYFROIDT *et al.*, 2010).

Pfaff & Walker (2010) avaliam que as conclusões a respeito da transição florestal têm sido fundamentadas em resultados empíricos que correlacionam, em escala ampla, as mudanças globais do uso e ocupação das terras aos processos de industrialização, urbanização e intensificação da agricultura. Entretanto, o refinamento desta análise mostra evidências de que a globalização do comércio de *commodities* agropecuárias faz com que a demanda por esses produtos fora das fronteiras dos países produtores, cause um aumento no desmatamento nesses países (NEPSTAD *et al.*, 2006).

2.2. Agropecuária e mudança de uso das terras

A conversão de ecossistemas nativos para uso agropecuário permitiu às civilizações aumentarem as colheitas, alimentarem o gado, obterem energia, construírem cidades e realizarem uma gama de outras atividades que fundamentam o avanço material e prosperidade das sociedades humanas. Por outro lado, também alterou profundamente ecossistemas, onde a vegetação foi derrubada e biomas foram convertidos para o uso humano, o que faz da questão da mudança no uso da terra um *trade-off*, por um lado sendo essencial para a sobrevivência humana, e por outro prejudicial ao meio ambiente (DeFRIES, ASNER & FOLEY, 2010).

A mudança no uso das terras pode gerar impactos negativos sobre biodiversidade, segundo Lambin & Meyfroidt (2011), entre 1980 e 2000, metade das novas terras agrícolas

dos trópicos se formaram às custas de florestas intactas e outros 28% vieram de florestas já degradadas, o que gera preocupações com serviços ambientais e diversidade biótica em todo o mundo.

A agropecuária tem impactos substanciais também sobre aspectos abióticos, como solo, água e mudanças climáticas. Com a retirada da cobertura nativa, o solo fica exposto, o que pode resultar em erosão. O uso de fertilizantes e defensivos polui a água de rios, o solo, águas subterrâneas e até mesmo o oceano, podendo causar degradação ambiental, perda de biodiversidade e problemas de saúde pública. A liberação de dióxido de carbono e outros gases do efeito estufa, provenientes do desmatamento, das alterações no solo, da queima de combustíveis fósseis e da produção e uso de fertilizantes químicos, contribuem significativamente para a intensificação das mudanças climáticas (CLAY, 2004).

Por outro lado, existem cada vez mais alternativas para a redução dos impactos causados, como a utilização de técnicas de conservação de solos, manutenção dos ecossistemas naturais em áreas nativas nas fazendas, redução no uso de insumos e conversão de rejeitos em subprodutos comercializáveis (CLAY, 2004).

A globalização econômica combinada com a crescente escassez mundial de terra, aumenta a complexidade das atuais vias de mudança do uso da terra. A intensificação da agricultura ou o aumento nas restrições sobre o uso da terra em um determinado país podem desencadear mudanças compensatórias nos fluxos comerciais e, assim, afetar indiretamente o uso da terra em outros países. Observa-se assim a transição florestal em alguns países por meio de um deslocamento da produção ao exterior, onde outros países passam por uma expansão agrícola em larga escala (LAMBIN & MEYFROIDT, 2011).

2.3. Comércio internacional de commodities agropecuárias

A FAO (2009) prevê que o comércio de *commodities* agropecuárias continuará a se expandir consideravelmente até 2050. O World Bank (2007) e Timmer (2009) sugerem que o crescimento na agricultura oferece mais redução da pobreza do que o crescimento em outros setores, e ainda que, para muitos países em desenvolvimento, as receitas das exportações agrícolas são hoje uma fundamental fonte de divisas (WTO, 2014). Nesta mesma linha de raciocínio, o aumento nos preços dos alimentos nos mercados internacionais teria criado oportunidades para os países em desenvolvimento crescessem economicamente através do aumento das exportações de *commodities* agropecuárias (MAERTENS & SWINNEN, 2014).

Por um lado, a relação entre globalização do comércio e conservação ambiental pode ser sinérgica, porque a intensificação da concorrência induzida pela liberalização comercial contribuiria para o aumento da eficiência global na alocação dos recursos e minimizaria as ineficiências ao longo das cadeias produtivas globais, alocando a agropecuária nas regiões com maior aptidão para as atividades. Por outro lado, essa relação pode ser antagônica, pois a alocação global na produção agropecuária em função das vantagens comparativas dos países em relação às condições naturais, econômicas ou institucionais pode aumentar e direcionar a pressão sobre os recursos naturais de países com condições naturais favoráveis, baixos custos operacionais e arranjos institucionais menos restritivos sobre os aspectos socioambientais (Feix *et al.*, 2010; IGARI & TAMBOSI, 2016).

Também a assimetria entre as políticas socioambientais dos parceiros comerciais pode favorecer fortemente a migração das atividades econômicas mais impactantes àqueles países mais permissivos à degradação ambiental e à erosão social (BAPTISTA, 2010). As regulamentações socioambientais de um país afetam outros pelo fato das economias estarem conectadas pelo comércio globalizado. Para Baptista (2010), os acordos e instrumentos internacionais mais justos e eficazes, assim como a harmonização supranacional de normas, legislações e regulamentos são imprescindíveis para compatibilizar a governança socioambiental e a liberalização do comércio.

3. MÉTODOS

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica e documental de cunho quantitativo e descritivo, pois “são pesquisas descritivas aquelas que visam descobrir a existência de associações entre variáveis” (GIL, 2002). A fim de atingir os objetivos apresentados neste estudo foram realizadas análises de dados documentais secundários disponíveis nos relatórios *State of World's Forests* e *Forest Resources Assessment* (FRA), e nas bases de dados da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) e da *United Nations Commodity Trade Statistics Database* (UN COMTRADE).

A UN COMTRADE apresenta dados anuais sobre as exportações e importações de *commodities* agropecuárias no mundo. A FAO publica, em intervalos de 5 a 10 anos o *Global Forest Resources Assessment*, e a cada dois anos o *State of the World's Forests*, onde disponibiliza dados a respeito dos ganhos e perdas de cobertura florestal e usos de terra no mundo.

As *commodities* estudadas no presente trabalho foram escolhidas com base nos principais produtos de exportação de países com amplas extensões de florestas. Essas *commodities* também deveriam apresentar significativa participação no mercado mundial, assim como tendência de crescimento das exportações e conseqüentemente grande potencial de crescimento das áreas plantadas. A expansão em larga escala da produção exportada de soja no Brasil e óleo de palma na Indonésia (MEYFROIDT & LAMBIN, 2010; DeFRIES *et al.*, 2013; CARLSON *et al.*, 2013; KARSTENSEN *et al.*, 2013), foram determinantes para que essas *commodities* fossem escolhidas como objeto de análise neste estudo.

3.1. Soja

A produção de soja teve início há aproximadamente 6000 anos na China, sendo uma das primeiras culturas alimentares domesticadas. Após a Segunda Guerra Mundial a produção de soja foi introduzida em diversas partes dos Estados Unidos, expandindo constantemente nas décadas subsequentes (CLAY, 2004).

No Brasil, a partir da década de 1970, a soja se consolidou como a principal cultura do agronegócio, com cerca de 8,8 milhões de hectares destinados a sua produção (EMBRAPA, 2004).

Entre os anos de 1970 e 2010 cerca de 18% da Amazônia brasileira foi desmatada tendo como causa primária a demanda de terras para o cultivo de soja e expansão de pastos (KARSTENSEN *et al.*, 2013).

Segundo FAO (2013), o Brasil é um dos principais produtores e exportadores de soja no mundo (aproximadamente 81 milhões de toneladas produzidas em 2013), ficando em segundo lugar na lista dos maiores produtores, atrás apenas dos Estados Unidos. Entre os maiores importadores mundiais da soja estão: China, Japão, Holanda, Alemanha, México (quadro 1).

3.2. Óleo de palma

O cultivo de óleo de palma foi originado na África Ocidental. A partir de 1961 o comércio desse óleo teve aumento substancial, e em 2000 Malásia e Indonésia representavam pouco mais da metade da plantação mundial de palma, sendo também os países responsáveis pela maior parte das exportações globais (CLAY, 2004).

O óleo de palma é usado para culinária, como principal ingrediente para a maioria das margarinas, base da fabricação de detergentes líquidos, sabonetes e shampoos. Na sua forma mais densa é utilizado como base para batons, ceras e pomadas, e ainda na redução de atrito durante a fabricação de aço (CLAY, 2004).

Segundo Clay (2004), o cultivo de óleo de palma tem expandido mais rápido do que qualquer outra *commodity* agropecuária, principalmente no Sudeste Asiático, Oceania, América do Sul e Central com consequências dramáticas sobre a biodiversidade. Entre os anos de 1990 e 2010, 90% das áreas convertidas para plantação de palma, em Kalimantan na Indonésia, eram anteriormente formações florestais, sendo 47% florestas intactas, 22% secundárias e 21% agroflorestas (CARLSON *et al.*, 2012).

A Malásia e a Indonésia são os maiores exportadores de óleo de palma do mundo (SUNDERLIN & RESOSUDARMO, 1996), enquanto os maiores importadores são: Índia, China, Holanda (quadro 1).

3.3. Caracterização dos principais importadores e exportadores

A partir da seleção das *commodities* foram identificados, através da base de dados UN CONTRADE, os principais países exportadores e importadores de cada um dos produtos no período estudado, de 1990 a 2015. Os exportadores e importadores foram incorporados no estudo em ordem decrescente de importância nos mercados até atingir 95% de representatividade do total de exportações e importações mundiais. A partir desta primeira seleção foram retirados da análise os países que no período estudado (26 anos) possuíam menos de 20 anos de registro de dados sobre exportação ou importação, o que resultou na seleção dos países representados no quadro 1.

Quadro 1 – Principais exportadores e importadores de Soja em Grãos e Óleo de Palma entre 1990 e 2015 e sua respectiva (%) no mercado mundial.

1990-2015		
	Principais Exportadores	Principais Importadores
Soja	EUA (47%), Brasil (31,5%), Argentina (10%), Paraguai (4%), Canadá (2%)	China (41,5%), Japão (7%), Holanda (6%), Alemanha (6%), México (5%), Espanha (5%), Coreia do Sul (2%), Indonésia (2%), Tailândia (2%), Itália (2%), Bélgica (1%), Portugal (1%), Turquia (1%), Reino Unido (1%), Malásia (1%), França (1%), Brasil (1%), Egito (1%), Argentina (1%), Rússia (1%), EUA (1%)
Óleo de Palma	Malásia (46%), Indonésia (42%), Colômbia (1%)	Índia (17,5%), China (17%), Holanda (6%), Malásia (4%), Alemanha (4%), Itália (3%), EUA (2,5%), Reino Unido (2%), Japão (2%), Espanha (2%), Rússia (2%), Turquia (2%), Singapura (2%), Egito (1%), México (1%), Bélgica (1%), Coreia do Sul (1%), França (1%), Arábia Saudita (1%), Dinamarca (1%), Uganda (0,5%), Austrália (0,5%), Sri Lanka (0,5%), Brasil (0,5%)

3.4. Coleta e análise de dados

O horizonte temporal de análise compreendeu o período de 1990 a 2015. Foram extraídas da base de dados UN COMTRADE as informações a respeito do comércio anual de cada uma das *commodities* analisadas, registrando-se o fluxo de *commodities* apresentado pelos principais países exportadores e importadores apresentados no quadro 1.

Após a realização do levantamento e registro dos dados de comércio exterior, foi estimado o saldo comercial (exportações – importações) de soja em grão e óleo de palma (em quilogramas) em cada país no período de análise.

A fim de viabilizar a integração dos dados de comércio exterior das duas *commodities*, assim como para estimar a pressão exercida pelas variações das áreas cultivadas dos dois produtos sobre o desmatamento nos países exportadores ou sobre aumento de florestas nos países importadores, os valores de comércio de *commodities*, até este momento dados em quilogramas, foram convertidos para a área em hectares correspondente às quantidades

comercializadas. Foram utilizadas como referências para esta conversão dados de produtividade anual (kg/ha) de cada país disponibilizados na base de dados da FAO (<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>), tanto para soja em grão quanto para óleo de palma. Para países que não possuíam dados de produtividade declarados (Alemanha, Arábia Saudita, Austrália, Bélgica, Coréia do Sul, Dinamarca, Egito, Espanha, EUA, França, Holanda, Índia, Itália, Japão, Malásia, Portugal, Reino Unido, Rússia, Singapura, Sri Lanka, Turquia, Uganda) foi utilizada a produtividade média mundial na conversão. Para o ano de 2015, no qual a FAO não apresenta dados de produtividade, foi utilizado o mesmo valor do ano de 2014.

Foi calculado o saldo comercial anual de cada país convertido em área a partir dos dados agregados de ambas as *commodities* ao longo do período analisado e, a partir do valor desta série temporal, foi calculado o coeficiente de inclinação (b) da regressão do saldo comercial de cada um dos países entre 1990 e 2015 a partir da fórmula:

$$b = \frac{\sum (x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sum (x-\bar{x})^2}$$
, onde y representa o saldo comercial anual (convertido em hectares) e x o ano da série, sendo 1990 o ano 1 e 2015 o ano 26.

Os valores do coeficiente de inclinação b foram normalizados (inclinação b /módulo do saldo comercial médio no período), com o objetivo de controlar o eventual viés inserido por países com valores muito altos de saldo comercial.

Os dados referentes à área florestada foram extraídos da publicação *Global Forest Resources Assessment (FRA) 2015*, utilizando-se para o cálculo de variação no período apenas os valores para os anos extremos da análise, 1990 e 2015. A variação da cobertura florestal de cada país foi calculada subtraindo o valor de cobertura florestal em 1990 do valor de 2015 e a partir desse resultado foi calculada essa variação em porcentagem (cobertura em 2015 – cobertura em 1990 / cobertura em 1990) de maneira a controlar um eventual viés inserido por países com grande extensão florestal.

Ao fim do levantamento e tratamento dos dados foram retirados da análise os países que apresentavam menos de 1 milhão de hectares de florestas no ano de 1990, o que equivale a um polígono de 100 km x 100 km de florestas, bem como aqueles com saldo comercial médio de 1990 a 2015 menor do que 100.000 hectares em valor absoluto, o que equivale a um acréscimo ou decréscimo médio de um polígono de 10 km x 100 km de área agropecuária no período. Estas exclusões objetivaram controlar o eventual viés de grandes variações percentuais obtidas sobre pequenos valores de referência, o que resultou em um n=22 países selecionados para a análise.

Os dados florestais foram então confrontados com os valores da variação do saldo comercial convertidos em potenciais incrementos ou reduções de hectares cultivados das duas *commodities*, considerando o período de 26 anos. Valores positivos de variação de saldo comercial normalizado indicam que o saldo em 2015 foi maior que em 1990 (coeficiente de inclinação positivo), e valores negativos o inverso. A conversão dos valores do comércio exterior de quilogramas para o equivalente em hectares, permitiu estimar qual seria o aumento de área produtiva necessária para abastecer o aumento de exportações no período, ou a área que teria deixado de ser necessária para produzir internamente os produtos agrícolas importados. A conversão do comércio exterior para área produtiva permite também consolidar os dados de países que comercializam os dois produtos, avaliando o efeito conjunto dos produtos na variação florestal.

Foram então calculadas regressões lineares entre a inclinação normalizada do saldo comercial (variável explicativa) e a inclinação normalizada de cobertura florestal (variável resposta), obtendo-se o coeficiente de regressão R² (LEGENDRE & LEGENDRE, 1998). Em seguida foi estimada a significância estatística (p) a partir de 10.000 aleatorizações das variáveis resposta (MANLY, 2007) utilizando o ambiente R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012). Os resultados avaliam a relação entre o comércio internacional de *commodities*

agropecuárias e a redução ou ganho de florestas nos países predominantemente importadores ou exportadores das *commodities*.

4. RESULTADOS

Os dados de comércio das *commodities*, bem como a variação florestal de cada um dos países importadores e exportadores no período de 1990 a 2015 foram dispostos na Tabela 1.

Tabela 1 – Saldo comercial e variação de florestas nos principais exportadores e importadores de Soja em Grão e Óleo de Palma entre 1990 e 2015. Valores positivos de saldo comercial indicam um saldo maior em 2015 do que em 1990, ao passo que valores negativos indicam o inverso. Valores positivos de variação florestal indicam que os ganhos superaram as perdas florestais no período, enquanto valores negativos indicam que houve predominância de desmatamento.

País	1990-2015	
	Saldo comercial inclinação normalizada (%)	Variação florestal (%)
Alemanha	-2,19	1,05
Argentina	5,85	-22,08
Brasil	8,79	-9,72
Canadá	12,04	-0,35
China	-12,79	32,57
Colômbia	-3,71	-9,18
Coréia do Sul	0,82	-2,92
Espanha	-0,43	33,38
EUA	2,41	2,53
França	-0,59	17,68
Índia	-9,03	10,55
Indonésia	16,95	-23,23
Itália	-4,40	22,49
Japão	2,30	0,03
Malásia	4,37	-0,81
México	-2,27	-5,33
Paraguai	6,26	-27,57
Portugal	-0,31	-7,39
Reino Unido	1,39	13,17
Rússia	-16,97	0,74
Tailândia	-6,98	17,09
Turquia	-7,32	21,75

A análise dos dados foi realizada incluindo todos os países (Tabela 1). A Figura 2 representa graficamente os dados apresentados, o valor R² e o valor de p.

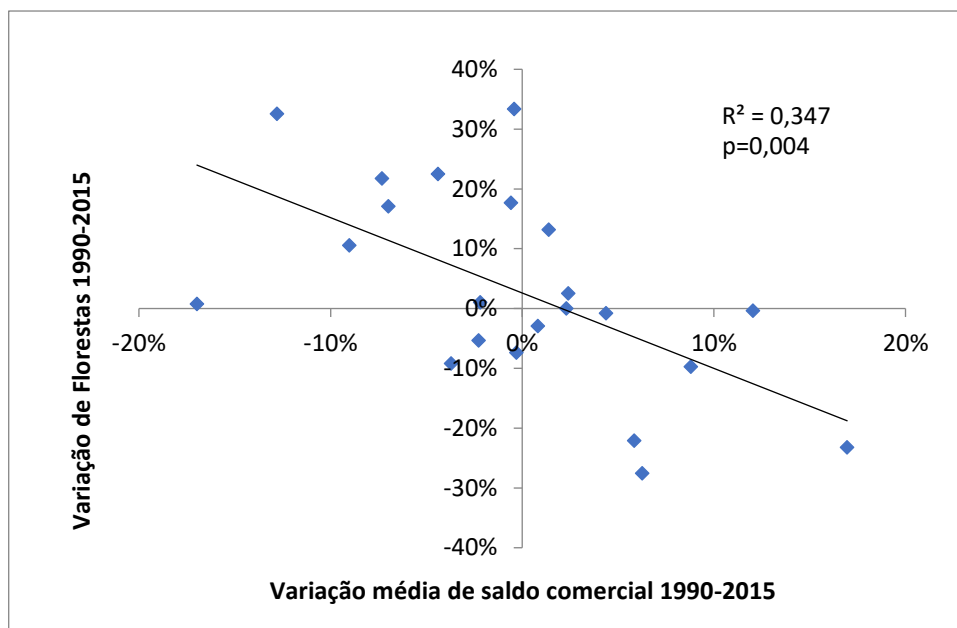


Figura 2 – Representação gráfica da variação de florestas (no eixo vertical y, em % de variação) em função do coeficiente de inclinação do saldo comercial médio de soja em grãos e óleo de palma entre 1990 e 2015 (no eixo horizontal x, em % de variação). No eixo y os valores positivos indicam predominância de ganho florestal, enquanto os negativos o predomínio de desmatamento. No eixo x os valores positivos indicam aumento do saldo, enquanto os negativos indicam redução do saldo.

O valor de p (Figura 2) representa a proporção das regressões, calculadas a partir de 10.000 aleatorizações da variável resposta, que apresenta valor de R^2 maior ou igual ao valor identificado a partir dos valores originais ($R^2=0,347$). Assim, o valor de p (0,004) obtido indica que em menos de 0,4% dos casos ($p < 0,05$) as combinações ao acaso produziram regressões com maior poder explicativo que o obtido a partir dos dados avaliados.

Ainda é possível observar que a maior parte dos países analisados (16 do total de 22) corrobora a hipótese de que países produtores e exportadores de soja e óleo de palma tem maior perda de florestas, enquanto que os países importadores dessas *commodities* tem um ganho florestal ao longo dos anos (Figura 3).

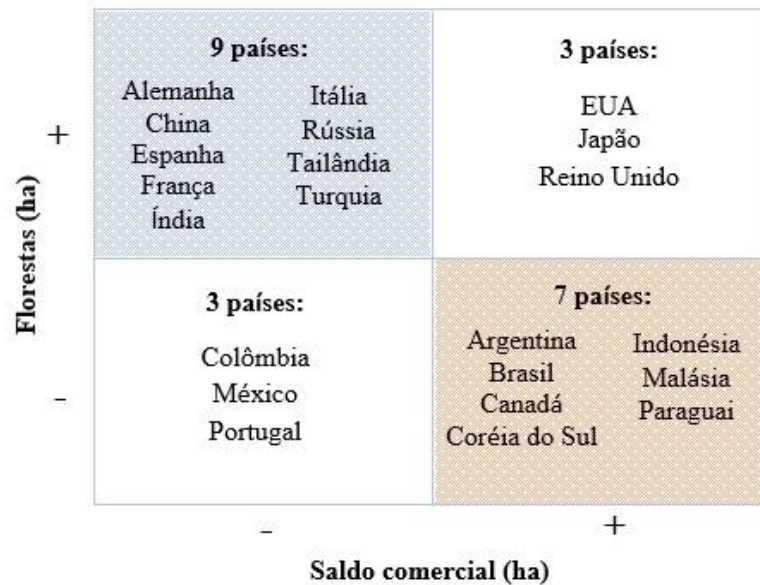


Figura 3 – Alocação dos países nos quadrantes do gráfico obtido a partir da análise dos dados. Hachurado azul indica países que apresentaram saldo comercial decrescente e variação florestal positiva. Hachurado vermelho indica países que apresentaram saldo comercial crescente e variação florestal negativa.

Os resultados deste estudo corroboram a proposição de que o comércio internacional de commodities agropecuárias opera como um canal de realocação entre o ganho de florestas em países importadores e o desmatamento em países exportadores.

5. DISCUSSÃO

A relação entre aumento da exportação de *commodities* e redução de florestas nos países exportadores mostra-se significativa, demonstrando que há relação entre os eventos, o que vai de encontro à ideia de que a globalização do comércio de commodities agropecuárias faz com que a demanda por esses produtos fora das fronteiras dos países produtores cause um aumento no desmatamento nesses países (Meyfroidt *et al.*, 2010).

Para Lingchao *et al.* (2017), países que passaram por transições florestais nas últimas décadas tiveram rápida redução nas exportações totais de produtos primários após a década de 1980, enquanto países como Brasil, Indonésia e Argentina tiveram grande declínio na cobertura florestal associado a uma manutenção de altas taxas de exportação de produtos primários nesse mesmo período, o que converge com os resultados encontrados.

Segundo Pfaff & Walker (2010), conclusões a respeito da transição florestal têm sido fundamentadas em resultados empíricos que relacionam as mudanças globais de uso e cobertura das terras aos processos de industrialização, urbanização e intensificação da agricultura. Entretanto, o refinamento dessa análise, como ilustrado pelos resultados (Figuras 2 e 3), mostra evidências de que os mercados mundiais acabam por consolidar ao longo do tempo regiões “facilitadoras” que fornecem os produtos agrícolas que viabilizam a TF nos países importadores, às custas do aumento no desmatamento nos exportadores (PFAFF & WALKER, 2010).

Meyfroidt *et al.* (2010) também afirmam que a globalização econômica facilita uma TF em escala nacional em alguns países através do deslocamento da produção agrícola para o exterior, como sugere ser o caso, no presente trabalho, da Alemanha, China, Espanha, França, Índia, Itália, Rússia, Tailândia e Turquia, onde o ganho florestal pode estar sendo intermediado pelo comércio de commodities agropecuárias desses países com Argentina, Brasil, Canadá, Coréia do Sul, Indonésia, Malásia e Paraguai. Os autores sugerem que países produtores e exportadores atendem a demanda agropecuária de outros países e são submetidos

a uma expansão agrícola em grande escala, o que provoca redução da cobertura florestal. Por outro lado, alguns países não refletem este fenômeno, e ao mesmo tempo que se apresentam como países produtores e exportadores são também associados a ganhos significativos em área florestada, como é o caso dos EUA, Japão e Reino Unido. Colômbia, México e Portugal também não convergem com o padrão identificado na análise de regressão, uma vez que houve predomínio de importações e redução de cobertura florestal no período analisado.

Meyfroidt *et al.* (2010) apresentam em sua análise 12 países, sendo 8 deles, Costa Rica, Chile, El Salvador, Butão, China, Índia, Vietnã e França, apontados como países em desenvolvimento e desenvolvido que passaram por TF, e outros 4 países, Brasil, Indonésia, Camarões e Peru, que não passaram por TF. Os resultados mostram uma convergência entre os resultados de Meyfroidt *et al.* (2010) e do presente trabalho quanto aos países analisados em comum que passaram ou não por TF.

Assim, a análise sugere que o comércio internacional sozinho não é suficiente para explicar a totalidade das transições florestais, mas é parte importante de um conjunto de variáveis explicativas que envolve as políticas de conservação ambiental, reflorestamento, inovação tecnológica da agropecuária e planejamento do uso da terra. O presente estudo corrobora as conclusões de Meyfroidt *et al.* (2010), destacando que há contribuição do comércio internacional de *commodities* sobre o fenômeno de transição florestal.

6. CONCLUSÕES

A partir dos resultados deste estudo é possível concluir que há uma relação significativa entre o comércio internacional de *commodities* agropecuárias e o deslocamento das áreas de desmatamento de países importadores de *commodities* para países exportadores, o que corrobora com a hipótese de que o comércio internacional representa um canal para alocação dos impactos socioambientais entre os países.

Os resultados fundamentam-se nos dados históricos de comércio internacional de duas *commodities* agropecuárias, a soja em grão e o óleo de soja, relevantes para países com ampla cobertura de florestas tropicais, como a Malásia, Indonésia e Brasil. O recurso de converter a quantidade em toneladas de produtos comercializados para o equivalente em área produtiva permitiu estimar o efeito conjunto do comércio destas duas *commodities*, e configura-se como uma abordagem que pode ter seu escopo expandido, incorporando e avaliando o efeito de outras *commodities* agropecuárias relevantes no comércio internacional. Recomenda-se então que futuros estudos investiguem, a partir dos mesmos parâmetros metodológicos, a consistência dos presentes resultados perante a ampliação de conjunto de *commodities* analisadas.

7. REFERÊNCIAS

BAPTISTA, V. F. Comércio internacional e meio ambiente. **Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas**. Macapá, n. 2, p. 105-116, 2010.

BARBIER, E. B. Explaining Agricultural Land Expansion and Deforestation in Developing Countries. **Amer. J. Agr. Econ.** Denver, Colorado: 86, n° 5, p. 1347-1353, Ago., 2004.

CARLSON, K. M. *et al.* Carbon emissions from forest conversion by Kalimantan oil palm plantations. **Nature Climate Change**, v. 3, Mar. 2013.

CARVALHO, T. S.; ALMEIDA, E. A Hipótese da Curva de Kuznets Ambiental Global: Uma Perspectiva Econométrico-Espacial. **Est. Econ.** V. 40, N. 3, p. 587-615, São Paulo, Jul-Set, 2010.

CECHIN, A; PACINI, H. Economia verde: por que o otimismo deve ser aliado ao ceticismo da razão. **Estudos Avançados**, v. 26, n. 74, p. 121-135, 2012.

CLAY, J.W. **World agriculture and the environment: a commodity-by-commodity guide to impacts and practices**. Washington, DC: Island Press, 2004.

DeFRIES, R.; ASNER, G. P. & FOLEY, J. A glimpse out the window: Landscapes, livelihoods, and the environment. **Science and policy for sustainable development**, v. 48, n. 8, p. 22-36, 2010.

EMBRAPA. Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil. **Embrapa Soja**. Sistemas de produção, nº 1, 2004.

FAO. WTO Agreement on Agriculture: The Implementation Experience – Developing Country Case Studies. Rome, 2003.

FAO. Global agriculture towards 2050. FAO: Roma, Itália, 2009.

FAO. Global forest resources assessment 2015. FAO: Roma, Italia, 2015.

FAO. FAOSTAT Base de dados Online, 2013. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/>>. Acesso em: 10 out. 2017.

FARINACI, J. *et al.* Transição florestal e modernização ecológica: A eucaliptocultura para além do bem e do mal. **Ambiente e sociedade**, São Paulo, v. XVI, n. 2, p. 25-46, abr.-jun. 2013.

FEIX, R. D; MIRANDA, S. H. G.; BARROS, G. S. C. Comércio internacional, agricultura e meio ambiente: teorias, evidências e controvérsias empíricas. **Ver. Econ. Sociol. Rural**, Brasília, v. 48, n. 3, Set. 2010.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GROSSMAN, G. M.; KRUEGER, A. B. Economic growth and the environment. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 110, n. 2, p. 353-377, 1995.

HELFAND, S. M.; REZENDE, G. C. Brazilian Agriculture in the 1990s: Impact of the policy reforms. Texto para discussão nº 785. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)**. 2001.

HENDERS, S. *et al.* Trading forests: land-use change and carbon emissions embodied in production and exports of forest-risk commodities. **Environ. Res. Lett.**, n. 10, 2015.

IGARI, A. T.; TAMBOSI, L. R. Agribusiness and Socioeconomic Drivers of Land Cover Change in Brazil. In: GHELIER-COSTA, C. *et al.* (Ed.). **Biodiversity in Agricultural Landscapes of Southeastern Brazil**. Berlin: De Gruyter Open, 2016.

KARSTENSEN, J. *et al.* Attribution of CO₂ emissions from Brazilian deforestation to consumers between 1990 and 2010. **Environ. Res. Lett.**, n. 8, 2013.

- KUZNETS, S. Economic Growth and Income Inequality. **The American Economic Review**, v. 45, n. 1, p. 1-28, 1955.
- LAMBIN, E. F.; MEYFROIDT, P. Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. **PNAS**, v. 108, n. 9, p. 3465-3472, 2011.
- LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical ecology**. 2nd English edition. Amsterdam: Elsevier Science B.V., 1998, 852 p.
- LINGCHAO, L. *et al.* Effects of economic globalization and trade on forest transitions: Evidence from 76 developing countries. **The Forestry Chronicle**, v. 93, n. 2, 2017.
- MAERTENS, M.; SWINNEN, J. F. Agricultural Trade and Development: A Supply Chain Perspective. World Trade Organization (WTO): Geneva, 2014.
- MANLY, B. F. J. **Randomization, Bootstrap and Monte Carlo Methods in Biology**. Third Edition. Boca Raton: Chapman & Hall/ CRC, 2007.
- MATHER, A. S. The forest transition. **Area**. Vol. 24, n° 4, p. 367-379, Dez., 1992.
- MATHER, A. S.; NEEDLE, C. L. The forest transition: a theoretical basis. **Area**, v. 30, n. 2, p. 117-124, 1998.
- MEYFROIDT, P. *et al.* Forest transitions, trade, and the global displacement of land use. **PNAS**. Vol. 107, n° 49, p. 20917-20922, Dez., 2010.
- NEPSTAD, D. C. *et al.* Globalization of the Amazon soy and beef industries: opportunities for conservation. **Conserv. Biol.**, v. 20, n. 6, p. 1595-1603, Dez., 2006.
- PFAFF, A.; WALKER, R. Regional interdependence and forest “transitions”: Substitute deforestation limits the relevance of local reversals. **Land Use Policy**, n. 27, p. 119- 129, 2010.
- RADA, N.; VALDES, C. Policy, technology, and efficiency of Brazilian agriculture. ERR-137, U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, Jul. 2012.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM (2012). **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<http://www.r-project.org/>>. Acesso em: 10 out. 2017.
- RUDEL, T. K. *et al.* Forest transitions: towards a global understanding of land use change. **Global Environmental Change**. n. 15. p. 23-31. 2005.
- SAHIDE, M. A. K. *et al.* The regime complex for tropical rainforest transformation: Analyzing the relevance of multiple global and regional land use regimes in Indonesia. **Land Use Policy**, n. 47, p. 408-425, 2015.
- STERN, D. I. *et al.* Economic growth and environmental degradation: The Environmental Kuznets Curve and sustainable development. **World Development**, v. 24, n.7, p. 1151-1160, 1996.

STERN, D. I. The rise and fall of the Environmental Kuznets Curve. **World Development**, v. 32, n.8, p. 1419-1439, 2004.

SUNDERLIN, W. D; RESOSUDARMO, I. A. P. Rates and causes of deforestation in Indonesia: Towards a resolution of the ambiguities. **CIFOR**, n. 9, 1996.

TIMMER, P. Agricultural Trade Policy During Structural Transformation. In: Sarris, A. H. and Morrison, J. (eds) **The Evolving Structure of World Agricultural Trade**. FAO: Roma, Itália, 2009.

VAN ALSTINE, J.;NEUMAYER, E. The environmental Kuznets curve. In: Gallagher Kevin P., (ed.) **Handbook on trade and environment**. Uk, p. 49-59, 2010.

WORLD BANK. **World Development Report 2008: Agriculture for Development**. 2007. Disponível em: <<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/5990>>. Acesso em: 10 out. 2017.

WTO. A new role for commodities in development strategies. In: **World Trade Report 2014**.

YOUNG, C. E. F. Potencial de crescimento da economia verde no Brasil. **Economia verde**, n. 8, p. 88-97, 2011.