

Exportações do Agronegócio e Uso da Terra para consumo interno

Exportações do Agronegócio e Uso da Terra para consumo interno

Autor(es): Ítalo João Bolqui Dutra; Joaquim Bento de Souza Ferreira-Filho; Regina Ávila Santos.
Filiação: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP)
E-mail: italojbdutra@usp.br; jbsferre@usp.br; regina.avila@usp.br.

Grupo de Trabalho (GT): GT1. Mercados agrícolas e comércio exterior

Resumo
O artigo verifica as trocas indiretas de uso da terra que ocorreriam entre as culturas utilizando a perspectiva da FAO para as exportações do agronegócio brasileiro. Para isto, o modelo ORANI-G, calibrado para o ano de 2015, foi utilizado para simular dois cenários: sem desmatamento e com desmatamento, transferindo terras para a agropecuária. Os resultados de curto e longo prazo para os dois cenários indicaram um grande aumento relativo para o uso de terra de culturas voltadas ao comércio internacional, como soja, milho e carne, enquanto há uma redução do uso da terra e da produção de produtos básicos para a alimentação, como arroz, trigo e outros produtos das lavouras temporárias e permanentes. Portanto, mesmo com desmatamento, há uma pressão das monoculturas sobre os produtos básicos, indicando a necessidade de políticas para aumento e convergência da produtividade.
Palavras-chave: Exportações; agronegócio; uso da terra; equilíbrio geral computável.

Abstract
The article verifies the indirect exchanges of land use that would occur between crops using the FAO perspective for Brazilian agribusiness exports. For this, the ORANI-G model, calibrated for the year 2015, was used to simulate two scenarios: without deforestation and with deforestation, transferring land to agriculture. The short-term and long-term results for both scenarios indicated a large relative increase in land use of crops for international trade, such as soy, corn and beef, while there is a reduction in land use and production of basic products for food, such as rice, wheat and other products from temporary and permanent crops. Therefore, even with deforestation, there is pressure from monocultures on basic products, indicating the need for policies to increase and converge productivity.

Key words: Exports; agribusiness; land use; computable general equilibrium.

1. Introdução

Nas últimas décadas, os produtos do agronegócio brasileiro foram destaque no mercado internacional, em 2020 o país destacou-se como o maior produtor e exportador de soja, açúcar, café, carne bovina e suco de laranja. Além de ser o maior exportador de carne de aves e o segundo maior exportador de milho e algodão (FAO, 2021).

Atualmente observa-se que as expectativas para o agronegócio no Brasil são promissoras. Conforme Barros (2020), com o crescimento da população, renda e urbanização, a demanda mundial por produtos agrícolas aumentará substancialmente nas próximas décadas, tendo o Brasil um importante papel no suprimento desta demanda. Entretanto, o autor afirma que deverão ser destinados um montante significativo para investimentos nas áreas de ciência, tecnologia e infraestrutura com intuito de fortalecer o setor para o atendimento da demanda, uma vez que, o suprimento deste mercado exigirá melhorias, não apenas, relacionadas a



quantidade exportada dos produtos, mas também, a qualidade, atendendo assim às exigências de ordem sanitárias, de sustentabilidade e de direitos humanos.

Ao vislumbra nas exportações uma oportunidade para melhorar o seu nível de renda no Brasil, faz-se importante a análise para o atendimento a demanda interna neste setor, uma vez que o país possui a sexta maior população do mundo e uma cesta básica da alimentação, com proporções diferentes para cada região, composta por itens como: carne (bovina, suína e de frango), arroz, feijão, batata, legumes (tomate), frutas (banana), açúcar, farinha (mandioca e trigo), pão, leite, café em pó, óleo/banha e manteiga (DIEESE, 2021). Produtos estes produzidos em grande escala e destinados ao consumo interno, com exceção dos produtos exportados citados anteriormente, como carne, açúcar e café. Em alguns casos, como o trigo e o arroz, a demanda interna é maior que a produção doméstica, sendo necessário a importação.

Logo, o crescimento do comércio internacional de commodities agrícolas apresenta efeitos sobre o uso do solo para a produção de produtos básicos à população brasileira e internacional. Neste sentido, para atender ao mercado, a produção avança sobre novas terras, através do desmatamento, para a expansão de produtos como soja, milho e algodão, em substituição a culturas como arroz, feijão e mandioca, até mesmo sobre gado de corte.

Nos últimos 10 anos, a exportação de soja em grãos cresceu 151,6%. Em 2011 foram exportadas aproximadamente 33 milhões de toneladas de soja em grãos, enquanto em 2020 foram reportadas 82,9 milhões de toneladas, segundo dados do MDIC (2021). Para o mesmo período, a exportação do grão de milho cresceu 263,1%, de 9,5 milhões de toneladas para 34,4 milhões.

Por outro lado, entre 2011 e 2020 a área colhida do arroz reduziu em 39,1%, do feijão em 26,9% e da mandioca em 30,0%. Apenas o trigo teve um aumento na área colhida, cerca de 13,8%, conforme dados do IBGE (2021). Apesar do aumento da produtividade dessas lavouras, a produção em toneladas foi menor. O arroz teve uma redução de 17,7%, o feijão 11,6% e a mandioca 28,2%. O trigo teve um aumento de 11,6% na produção.

Esses dados demonstram que, com o aumento da produção e da competitividade de commodities agrícolas no mercado internacional, a atratividade dessas culturas é fator determinante para a troca do uso do solo de culturas direcionadas para o consumo interno, como arroz, feijão e trigo, para a produção de culturas orientadas ao mercado internacional, restando apenas o crescimento da produtividade para o aumento e manutenção da produção.

Dessa forma, o presente trabalho contribuirá para o entendimento de como essas mudanças impactam a economia nacional através da análise do uso da terra e a sua associação com o consumo interno. Para tanto, busca-se analisar a dinâmica do uso da terra para produtos da agropecuária com base nas expectativas de exportação da FAO. O trabalho utiliza-se do modelo de equilíbrio geral computável Orani-G para simular as alterações no uso da terra após um choque no aumento das exportações de commodities do agronegócio.

2. Panorama do Agronegócio

2.1 EXPORTAÇÕES

A partir dos anos 90 o agronegócio brasileiro teve dois processos históricos importantes para a sua expansão internacional: a inserção do Brasil à economia mundial por meio do Mercosul e ascensão da China. O comércio com os países vizinhos teve um aumento na exportação de produtos da agroindústria, enquanto o aumento das exportações de bens primários foi liderado pela China (MESQUITA et al., 2021)

De acordo com De Negri e Alvarenga (2011), a Ásia não é capaz de suprir a demanda elevada de alimentos e bens primários, devido ao crescimento econômico e o acelerado processo de urbanização de países populosos, como Índia e China. Para Bacha e Carvalho

(2014), o Brasil aproveitou essa conjuntura global e alterou sua política agrícola de forma responsiva, adaptando e aproveitando a grande oferta de terras e clima favorável, diversificando a exportação agropecuária.

O agronegócio em 2020 é responsável por praticamente metade (48%) das exportações brasileiras (MDIC, 2021). Dos principais produtos, destacam-se no mercado internacional a soja, carne bovina, açúcar, celulose, carne de aves, café e milho. A Tabela 1 apresenta o valor (milhões de dólares) de exportação dos principais complexos do agronegócio brasileiro a partir de dados da FAO (2021).

Tabela 1 – Exportações dos principais complexos do agronegócio, em milhões de dólares, 1990 - 2020

Ano	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Soja (grão, farelo, óleo)	5.653,0	6.494,0	6.311,8	12.559,1	22.630,8	30.529,6	35.234,8
Milho (grão, farelo, farinha)	75,3	102,1	19,1	211,2	2.701,4	5.533,9	5.963,1
Algodão (bruto, línteres)	351,7	210,5	69,5	649,7	996,4	1.451,8	3.256,4
Café (grão, torrado)	2.541,2	4.182,2	2.682,1	3.881,1	6.839,9	6.725,0	5.529,5
Suco de Laranja	2.945,2	1.931,9	1.576,5	1.483,6	2.125,7	2.048,7	1.429,6
Açúcar	1.139,6	3.398,7	1.945,0	5.425,0	15.362,1	8.491,5	8.878,2
Carne Bovina e Outros	516,2	880,7	1.248,1	4.062,3	6.123,9	6.683,8	8.672,2
Carne de Aves	672,1	1.147,3	1.359,0	4.995,6	7.941,0	7.563,2	5.819,0
Total	13.894,2	18.347,4	15.211,0	33.267,6	64.721,1	69.027,5	74.782,8

Fonte: FAO (2021).

O complexo da soja apresentou um crescimento das exportações de 523% de 1990 a 2020, grande parte desse crescimento é devido ao crescimento asiático, especialmente da China. Segundo os dados do ComexStat (MDIC, 2021), quando analisada a soja em grão e o farelo, em 2000, o país importou 9,07% do total exportado brasileiro. Esse número passou a uma média de 26,27% entre 2001 e 2010, 54% em 2011-2015 e 62,97% na média entre 2016 e 2020.

O crescimento da China também explica a alta das exportações de algodão, carne bovina e de aves, especialmente nos anos mais recentes. No período de 2000 a 2014, a China importou, em média, 0,2% do valor total de carne bovina exportada pelo Brasil. Todavia, a partir de 2015 (10,0%) o país aumentou essa relação ano após ano, chegando a 52,5% em 2020. Para a exportação de carne de aves, a média de participação entre 2000 e 2010 foi de 1,05%, no período 2011-2015 foi para 6,61% e de 2016-2020, 16,57%. A China ainda importou 31,46% do total de algodão bruto, cardado, penteado ou línteres em 2020 e 48% do total de celulose[1].

No entanto, o crescimento chinês e asiático não é concentrado em todos os produtos. Maior exportador de açúcar, café e suco de laranja e o segundo maior de milho em 2020, o Brasil apresenta uma competitividade internacional nos produtos, exportando para diversos países. Para o complexo de milho, até os anos 2000, a produção brasileira era direcionada ao mercado interno. A partir de 2001, ocorreu um aumento na produção do milho devido a ganhos de produtividade com o deslocamento da cultura para regiões com modernização tecnológica, principalmente devido à rotação de cultura com a soja. O aumento da produção levou a um preço interno mais baixo e acompanhado da decisão dos EUA em utilizar o milho para a produção de etanol, o Brasil entrou como um grande exportador do grão, aumentando suas exportações nos últimos anos, como verificado na Tabela 1 (FAVRO; CALDARELLI; CAMARA, 2015).

O complexo de café é uma das culturas que não tiveram um crescimento substancial no período. Apesar do aumento nos anos 90, houve uma redução no início dos anos 2000, um novo aumento no início dos anos de 2010 e uma baixa nos anos finais da década. No entanto, o café brasileiro é uma cultura de exportação tradicional no país desde o ciclo do café (séculos XIX e

[1] Para papel e celulose foram utilizados os dados do ComexStat, pois não estão disponíveis na FAO.

XX), mantendo um nível elevado e constante de exportação, as diferenças entre os anos destacados se devem principalmente às variações dos preços internacionais. Todavia, em Mesquita et al. (2021), o café foi a única cultura, das 10 maiores exportadoras, que apresentou uma redução do consumo interno entre 1997 e 2019.

O açúcar ainda tem a China como a maior importadora em 2020, mas também é uma cultura exportadora tradicional. A partir dos anos 2000, o crescimento das exportações está relacionado ao crescimento da produção de etanol, em que usinas de etanol passaram a incorporar usinas de açúcar flexibilizando a produção e otimizando a renda em momentos desfavoráveis do preço de etanol (DE MORAES; BACCHI; CALDARELLI, 2016). O Brasil também é um histórico exportador do suco de laranja, contudo, as exportações nos últimos anos sofreram restrições devido a barreiras comerciais impostas pelos principais importadores, como EUA e Europa (COSTA; MAIA; SAMPAIO, 2012).

2.2 USO DA TERRA

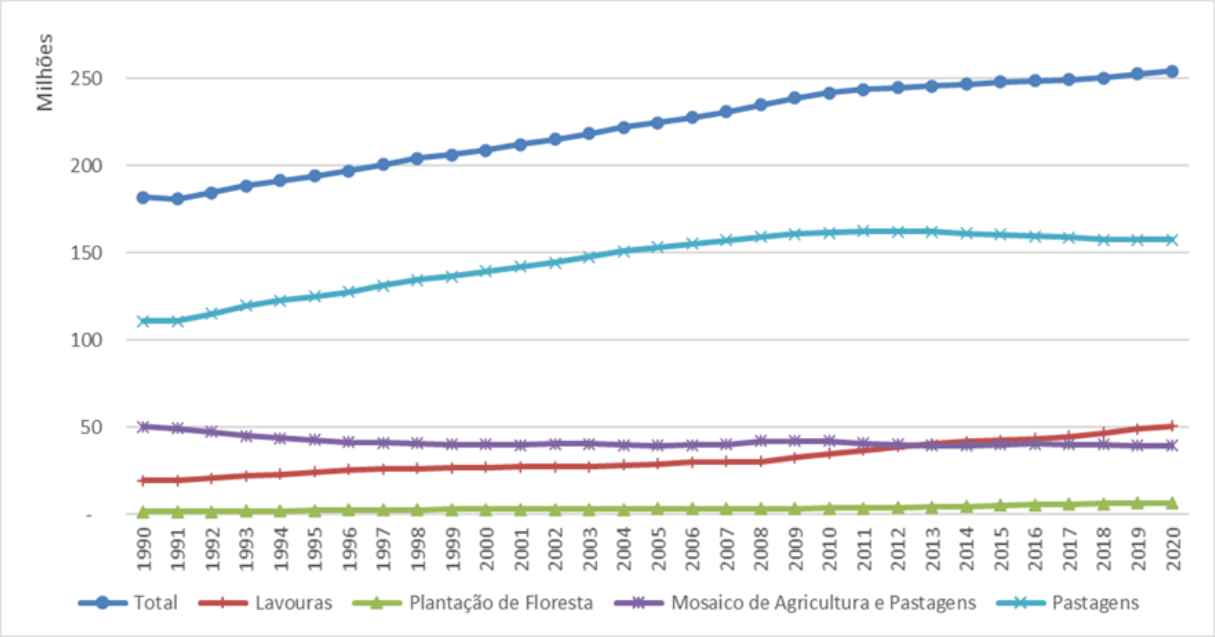
E para atingir níveis de exportação elevados a produção agropecuária apresentou mudanças nas últimas décadas. Conforme Bacha e Carvalho (2014) explicam, a produção agropecuária brasileira aumentou devido ao desenvolvimento da nova fronteira agrícola, com o Centro-Oeste e Matopiba[2], os avanços tecnológicos desenvolvidos por empresas privadas e também o governo federal, por meio de diversos institutos, com destaque para a Embrapa e a orientação ao comércio exterior de produtores familiares e não familiares. Contudo, a expansão desse mercado e de novas áreas levanta diferentes pontos de vista sobre o agronegócio no país, ao passo que o setor apresenta ganhos de produtividade, aumento da produção e competitividade internacional, os problemas sociais e ambientais como desmatamento, concentração de terras e avanço sobre terras indígenas também se destacam, como apontado por Miccolis, Andrade e Pacheco (2014).

O uso da terra no Brasil é um tema sensível, pois está envolto em aspectos como o direito à propriedade das terras e uma crescente área agricultáveis proveniente do desmatamento ou desapropriamento de áreas indígenas ou quilombolas. Que não serão discutidos neste trabalho. Outrossim, busca-se expor os avanços econômicos produtivos derivados do sucesso que a expansão da área destinada ao agronegócio vem apresentando no Brasil relacionadas ao setor de alimentos.

Nas últimas décadas é possível verificar que a fronteira agrícola está se expandindo, principalmente após avanços tecnológicos que permitiram a utilização de terras no bioma cerrado (FERREIRA FILHO; HORRIDGE, 2012). A Figura 1 apresenta a evolução do uso da terra pelo agregado de produção agropecuária.

Figura 1 - Evolução da cobertura de uso da terra por modalidade, 1990 – 2020

[2] Acrônimo para os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia.



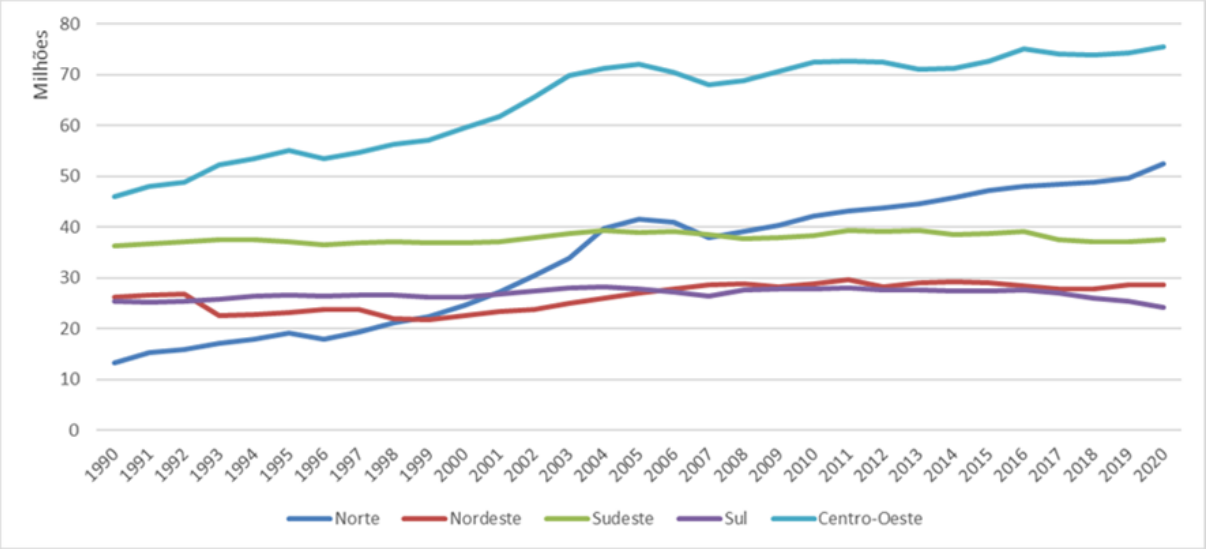
Fonte: MapBiomas, 2021. Elaborado pelos autores.

O total de área utilizada para a agropecuária teve um aumento de 39,9% de 1990 a 2020. O maior crescimento relativo é o de plantação de florestas, 361,5%, modalidade direcionada à silvicultura. Em seguida, o uso exclusivo para lavouras aumentou em 163,1%, enquanto as pastagens exclusivas aumentaram em 42,1%. A única redução foram as áreas de estabelecimentos com mosaicos de lavouras e pastagens.

Em Ferreira Filho e Horridge (2012), foi utilizado um modelo de equilíbrio geral computável (EGC) para verificar as mudanças no uso do solo com e sem desmatamento. Os autores verificaram que novas lavouras surgem a partir de antigas pastagens, que surgiram a partir de terras não utilizáveis, uma *proxy* para desmatamento, refletindo que a pecuária bovina seria a primeira atividade que utilizaria novas terras desmatadas. No entanto, os autores explicam que a expansão agrícola ocorre devido a um aumento da produção de diversos tipos diferentes de cultura e não apenas a pecuária bovina.

No trabalho de Carvalho e Domingues (2016) foi utilizado um modelo de EGC para projetar o desmatamento na Amazônia Legal. Os resultados demonstram que a pecuária de baixa produtividade seria a principal responsável pelo desmatamento na região chamada de "arco do desmatamento", formado pelos estados do Mato Grosso, Pará e Rondônia, além disso, uma redução nos níveis de desmatamento desses estados resultaria em uma redução do PIB. A Figura 2 apresenta o efetivo de rebanho bovino por região brasileira. Desde os anos 90, as regiões que mais cresceram foram o Norte (293,6%) e o Centro-Oeste (64,2%), onde está localizada a Amazônia Legal.

Figura 2 – Efetivo de rebanho bovino por Grande Região brasileira, em milhões de unidades



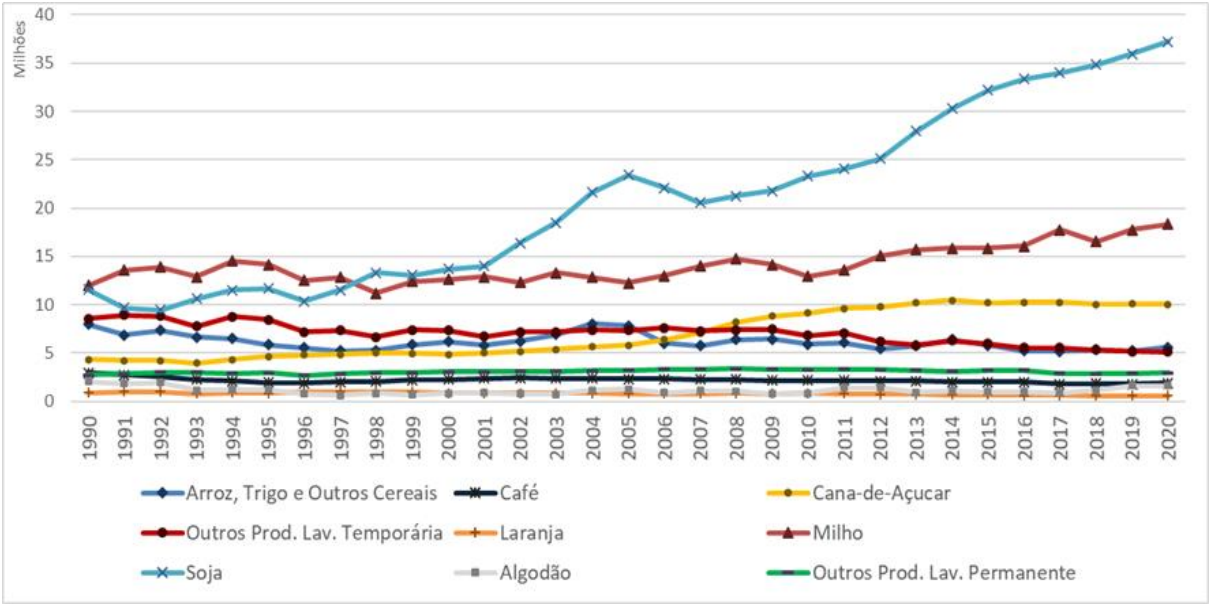
Fonte: PPM, IBGE. Elaboração própria.

O crescimento do uso do solo pela agricultura não foi para todas as culturas. A Figura 3 apresenta o uso do solo, em milhões de hectares, pelos principais grupos da agricultura, de acordo com dados da Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) do IBGE. A soja, a cana-de-açúcar e o milho foram os que apresentaram os maiores crescimentos desde 1990, 221,1%, 131,9% e 52,6%, respectivamente. Por outro lado, os outros grupos apresentaram uma estabilização ou redução da área cultivada.

No grupo de outros produtos da lavoura temporária, em que 78,3% da área em 2020 foi utilizada para produção de feijão e mandioca, a redução da área utilizada foi de 39,9% desde 1990, com uma média de redução de 1,5% ao ano. Para o arroz, trigo e outros cereais, em que 80,1% da área utilizada em 2020 foi para o arroz e trigo, a redução desde o início da série foi de 29,7%, com uma média de 0,8% ao ano.

O café e a laranja também reduziram a área cultivada desde os anos 90, com 35,8% a menos para os cafezais e 37,1% para os cítricos. O algodão apresenta uma queda em relação ao início da série, mas tem recuperado nos períodos mais recentes. Quando verificado o crescimento desde 2015, apenas três culturas aumentaram a área cultivada: soja, milho e algodão, sendo que a cana-de-açúcar teria uma pequena redução, equivalente a uma estabilização da área cultivada, de -1,5%, ou uma média de 10,1 milhões de hectares.

Figura 3 - Área utilizada dos estabelecimentos por grupo de cultura, em milhões de hectares, 1990 - 2020



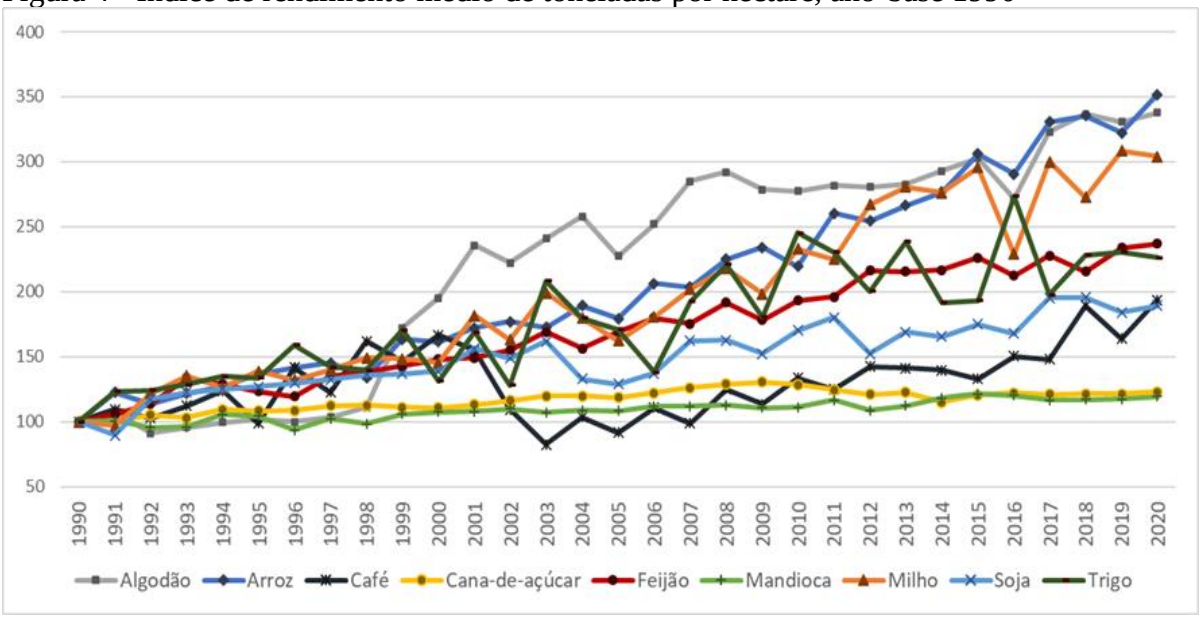
Fonte: PAM – IBGE. Elaboração própria.

É importante mencionar que o Brasil tem uma grande extensão territorial e o uso do solo é distinto entre as Regiões brasileiras. Segundo o Relatório de Projeções do Agronegócio do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) (2021), o aumento na área plantada da soja ocorreria no Centro-Oeste, região com a maior produção do grão, substituindo pastagens e outras lavouras, e também avançando sobre a região Matopiba. A cana-de-açúcar também deve expandir sua produção, competindo com a soja, enquanto o milho aumentaria sua área devido à rotação de cultura com a soja e a cana-de-açúcar. Contudo, o relatório admite que as outras culturas teriam pouca variação de área, enquanto outras teriam redução: arroz, feijão, café, mandioca, batata-inglesa, laranja e cacau.

2.3 PRODUÇÃO

A redução da área cultivada pode ser explicada pelo aumento na produtividade. Verificando o rendimento médio de toneladas por hectares, calculado pela PAM, as principais culturas analisadas demonstraram crescimento, com destaque para o arroz, algodão e milho. A Figura 4 apresenta o índice de rendimento da terra por cultura, com o ano base de 1990.

Figura 4 - Índice de rendimento médio de toneladas por hectare, ano-base 1990



Fonte: PAM – IBGE. Elaboração própria.

No entanto, apesar do crescimento desde os anos 90, o aumento da produtividade não foi suficiente para aumentar a produção das culturas que tiveram redução da área cultivada. A Tabela 2 apresenta a produção média por período, em milhões de toneladas, das principais culturas analisadas. A mandioca é a única que teve uma produção menor no período mais recente quando comparado a primeira parte dos anos 90, por outro lado, quando visto em períodos mais recentes, como 2010-2014, o arroz e o feijão também tiveram redução da produção, mesmo com o aumento da produtividade (Figura 4).

Tabela 2 - Produção média por período, em milhões de toneladas, das principais culturas

Ano	1990 - 1994	1995 - 1999	2000 - 2004	2005 - 2009	2010 - 2014	2015 - 2020
Algodão	1,63	1,17	2,56	3,51	4,13	5,04
Arroz	9,51	9,53	11,08	12,10	12,04	11,44
Café	2,75	2,74	2,90	2,44	2,88	3,10
Cana-de-açúcar	266,33	326,30	369,20	557,40	735,72	755,95
Feijão	2,72	2,65	2,97	3,32	3,12	2,94
Mandioca	23,42	20,69	22,93	26,03	23,62	19,38
Milho	27,60	32,14	40,07	47,91	68,45	89,14
Soja	20,31	27,51	42,86	55,74	75,58	110,44
Trigo	2,62	2,41	4,03	4,47	5,66	5,68

Fonte: PAM – IBGE. Elaboração própria.

De acordo com Porto (2021), antes de 2005, o arroz era produzido em escalas maiores no Maranhão, Mato Grosso e Goiás, mas passou a perder a área para a soja e o milho. Dessa forma, o Rio Grande do Sul produziu 70,5% das sacas de arroz brasileiro em 2020, sendo que nos anos 1990 o estado produzia 45%. Essa concentração em um estado gera dificuldades logísticas e custos para o escoamento nacional, além de comprometer o abastecimento do país em caso de quebra da safra na região. O autor também afirma que as exportações para países do Cone Sul latino podem aumentar devido à proximidade com a região sul brasileira.

No caso do feijão, com produção mais diversa entre os estados, Porto (2021) explica que a redução da área plantada é sobre a primeira safra, pois teria competição com as primeiras

safras de soja e milho. A produção dessa safra seria majoritariamente vinculada à agricultura familiar. Quanto à mandioca, com produção predominantemente da agricultura familiar de baixa renda em várias regiões do Brasil, principalmente no Norte e Nordeste, a produtividade é praticamente estável desde os anos 90, dificultando o aumento da produção, enquanto a área disponível para o cultivo reduziu em aproximadamente 32,1% quando comparado a 2010.

Portanto, como expõe Freitas (2019), o Brasil obteve sucesso ao manter a oferta de alimentos interna e externa durante as últimas décadas, sendo capaz de gerar superávit comerciais na balança agropecuária em todos os anos de 1989 a 2015.

3. METODOLOGIA

O modelo ORANI-G é um modelo dinâmico para um único país de EGC que foi desenvolvido pela CoPS (Centre of Political Studies), situada na Austrália. Todavia, o modelo é amplamente utilizado por diversos centros de estudos de diferentes países, também documentado na literatura internacional, podendo ser encontrado em Harrison e Pearson (1994, 1996); Dixon e Parmenter (1996) e Horridge (2003), dentre outros.

A teoria do ORANI-G é similar a outros modelos de equilíbrio geral computável com tópicos econômicos como produção, troca, demanda final e distribuição entre setores, além de ter uma abordagem *Top-Down*, em que o comportamento econômico é modelado a partir do agregado do país (cima), mas pode utilizado para regiões menores (baixo) (Sun et al., 2016).

As equações típicas deste modelo, conforme Horridge (2003), são:

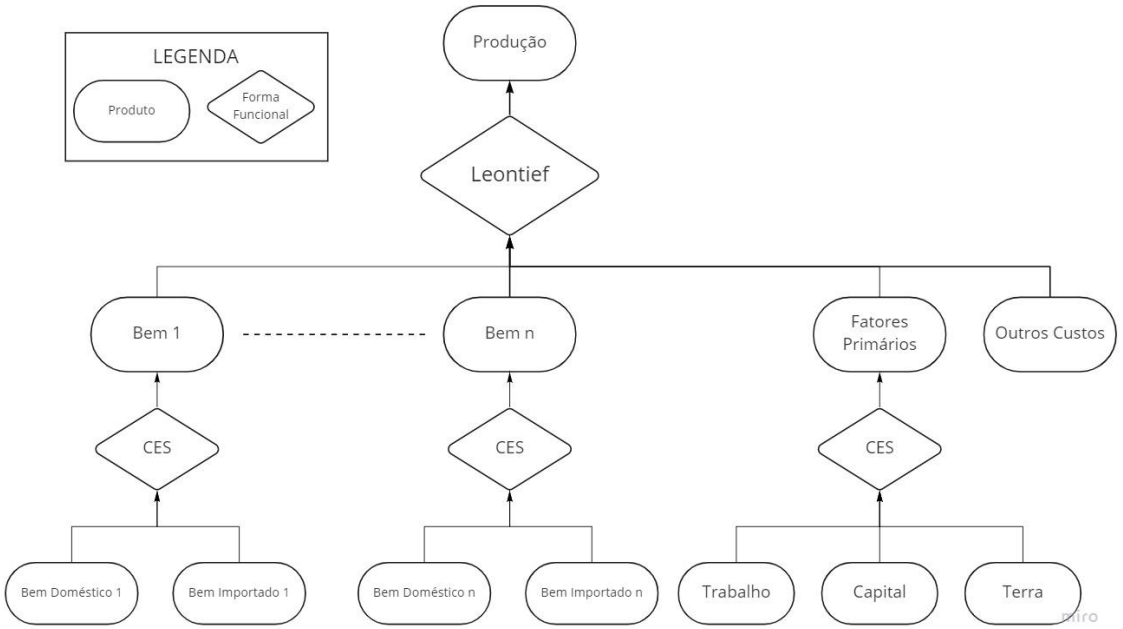
- demandas dos produtores por insumos produzidos e fatores primários;
- demandas finais (investimento, familia, exportação e governo);
- a relação dos preços com os custos de fornecimento e impostos;
- algumas variáveis macroeconômicas e índices de preços.
- equações consistentes com o comportamento de otimização (minimização de custos, maximização de utilidade).
- mercados competitivos: preço do produtor ao custo marginal.

Neste modelo, a árvore de produção, com uma representação simplificada na Figura 5, é baseada em uma estrutura linearizada de um sistema de equações do tipo Leontief, em que os bens finais dependem dos bens compostos e fatores primários.

Para cada insumo intermediário, importado ou produzido domesticamente, é combinado a uma função do tipo CES (elasticidade constante de substituição) que permite, através da hipótese de Armington, uma maior suavidade nas mudanças de composição de insumos intermediários (dom e imp). Neste mesmo nível é encontrado o composto de fatores primários: capital, terra e trabalho, que são considerados substitutos imperfeitos, uma vez que se agrupam por meio de uma função de produção do tipo CES.

Após essa combinação, o próximo nível é um conjunto de arranjos, ou ninhos, em que cada setor utiliza uma combinação diferente de bens compostos e fatores primários para a produção. Neste nível, são combinados os diferentes tipos de trabalho, considerados no modelo como substitutos imperfeitos (FERREIRA FILHO, 2011).

Figura 5 - Representação simplificada da estrutura de produção de cada setor da economia



Fonte: Ferreira Filho, 2011. Adaptação dos autores.

3.1 ESTRATÉGIA DA SIMULAÇÃO

Para a análise do uso da terra a partir das exportações do agronegócio, as simulações realizadas foram mensuradas através dos dados da FAO para a previsão de produção da agropecuária até o ano de 2030 (Agricultural Outlook 2021 - 2030). A previsão da FAO considera variáveis relacionadas à produção, como a exportação das culturas agrícolas e produtos da agroindústria.

O modelo EGC é calibrado para o ano de 2015, ou seja, é o ano base para o modelo. A partir dos dados de previsão da FAO, os choques ocorrem nos setores que teriam aumentos significativos de exportação para os anos de 2025 e 2030, além de impactarem direta ou indiretamente o uso da terra. A Tabela 3 apresenta os choques nos setores escolhidos para os dois anos da simulação a partir dos dados de 2015.

Tabela 3 - Aumento das exportações por setor do agronegócio

Setores	2015 (mil ton.)	2025 (mil ton.)	Var. %	2030 (mil ton.)	Var. %
Milho	21.842,35	37.261,3	70,6	41.844,6	91,6
Algodão	939,19	1.867,6	98,9	2.149,0	128,8
Soja	50.570,44	87.598,2	73,2	89.608,5	77,2
Café	2.006,52	2.363,7	17,8	2.152,7	7,3
Carne Bovina e Outros	1.406,55	2.324,1	65,2	2.679,3	90,5
Carne Suina	490,37	501,3	2,2	579,2	18,1
Carne de Aves	4.225,10	4.329,5	2,5	5.183,6	22,7
Açúcar	29.330,00	27.650,5	-5,7	30.272,3	3,2
Oleo e Gordura	1.686,50	2.003,3	18,8	2.755,5	63,4
Ração	16.113,46	17.195,9	6,7	20.041,5	24,4
Papel e Celulose	11.964,79	18.588,3	55,4	21.323,5	78,2
Etanol (milhões litros)	1.867,22	1.989,4	6,5	2.051,0	9,8

Fonte: OECD – FAO, Agriculture Outlook, 2021. Elaboração própria.

Todos os produtos estão em mil toneladas, com exceção do etanol que é medido em milhões de litros. Os dados de exportação e suas previsões são da FAO, com exceção do café e do papel e celulose que não estão disponíveis na plataforma. No entanto, devido à grande participação do Brasil no mercado internacional desses produtos e a elevada quantidade de terra para essas culturas, foram utilizados os dados de 2015 e as previsões de exportação do MAPA para o cálculo dos choques desses produtos. Ademais, papel e celulose foram ponderados por seus respectivos valores e depois agregados em peso como um único produto.

A partir dessas variações percentuais são aplicados os choques[3] em dois cenários, o primeiro com a terra fixa, ou seja, não há espaço para o crescimento de terra no modelo e as atividades devem alocar o uso da terra a partir da dinâmica do mercado, e o segundo cenário existe o aumento de terras, em que além da alocação entre culturas, pode ocorrer um crescimento para novas áreas.

Para o cálculo do choque de novas terras disponíveis para a agropecuária foram utilizados os dados anuais do MapBiomas, que monitora a cobertura do uso de terras do Brasil. Os dados utilizados são os de aumento da área utilizada para a agropecuária, pois captura o total de novas terras, não diferenciando entre desmatamento ou transição. A partir da taxa média de crescimento de 2015 a 2020 do uso da terra pela agropecuária, 0,67% ao ano, foi definido um aumento percentual de 6,94% para 2025 e 10,6% para 2030, comparado ao total de terras em 2015, ano do modelo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CURTO PRAZO

A simulação do curto prazo utiliza choques sobre a hipótese de terra fixa, ou seja, considerando que não ocorreria nenhum desmatamento a partir do ano de 2015 e também com a presença de desmatamento, considerado o aumento de terras disponíveis a partir da média de crescimento do desmatamento dos últimos 5 anos (2015 a 2020), projetando para 2025. Além disso, também é fixado a produtividade da terra e total dos fatores. Logo, para atender a demanda mundial esperada em 2025, no curto prazo, o uso da terra, a produção e as exportações devem se adaptar conforme a demanda. A Tabela 4 apresenta os resultados, em variação percentual, das alterações após os choques no curto prazo.

Tabela 4 – Resultados das simulações com e sem desmatamento para o curto prazo, em variação percentual

Setores	Sem desmatamento			Com Desmatamento		
	Uso da terra	Produção	Exportação	Uso da terra	Produção	Exportação
Arroz Trigo Cereais	-26,3	-7,9	-26,1	-3,3	-3,8	-13,9
Milho	20,5	33,2	70,6	39,5	33,8	70,6
Algodão	46,9	55,9	98,9	65,5	56,2	98,9
Cana-de-Açucar	-22,5	-4,6	0	3	1,7	0
Soja	43,2	52,7	73,2	61,8	53	73,2
Outros L. Temporária	-19,7	-2,2	-37	0,2	-0,8	-20,2
Laranja	-18,7	-1,4	-40	0,9	-0,1	-21,4
Café	-3	12,5	17,8	15,6	12,8	17,8

[3] Para o açúcar, em 2025, não foi aplicado nenhum choque, logo, a variação da exportação do produto na simulação de 2015 é resultado do modelo.

Setores	Sem desmatamento			Com Desmatamento		
	Uso da terra	Produção	Exportação	Uso da terra	Produção	Exportação
Outros Lav. Permanente	-22,9	-5	-32,4	-1,5	-2,3	-17,1
Bovinos e Outros	-7,6	10,4	-54,9	12,4	10,9	-42,6
Outros agropecuária	-37,9	-2,1	-63,8	2,6	0,4	-29,9
Silvicultura	-19,6	-2,2	-45,7	2,4	1,1	-24,2
Suinos	0	1,4	-42	0	1,8	-38,9
Aves e Ovos	0	1,1	-41,6	0	1,4	-38,5
Industria	0	-3,4	-21,7	0	-3	-21,7
Carne Bovina e Outros	0	13,9	65,2	0	14,3	65,2
Carne Suina	0	1,3	2,2	0	1,6	2,2
Carne de Aves	0	2,1	2,5	0	2,2	2,5
Outros Agroindústria	0	-2,7	-29,6	0	-1,8	-26,3
Açúcar	0	-14,9	-21,7	0	0,6	0
Oleo e Gordura	0	8,7	18,8	0	9	18,8
Café Agroindústria	0	-7,5	-41,9	0	-6,1	-35,5
Derivados Trigo, Mandioca e Milho	0	0,1	-29,3	0	0,5	-26,2
Ração	0	1,3	6,7	0	2	6,7
Indústria Têxtil	0	-3,2	-40,6	0	-2,5	-39,2
Papel e Celulose	0	20,4	55,4	0	20,8	55,4
Etanol	0	1,8	6,5	0	2,7	6,5
Adubos e Fertilizantes	0	18,1	-26,9	0	19,7	-28
Defensivos Agrícolas	0	14,7	-20,8	0	16,1	-21,3
Serviços	0	1,4	-22,1	0	1,8	-22,2

Fonte: Elaboração própria.

Note que no curto prazo, os sindicatos pressionam para que o salário real seja fixo e a alocação do uso da terra para a agropecuária apresenta uma elasticidade positiva, ou seja, um aumento da produção maior que o aumento do uso de terras. Como o milho no cenário sem desmatamento, em que para atingir uma exportação 70,6% maior, ocorreria um aumento de 33,2% na produção, mas com um aumento no uso de terras de 20,5%.

Esse resultado é possível, pois, além da rotação de cultura, a troca das terras seria entre regiões e estabelecimentos com produtividade mais alta e maior nível de capital e mecanização, como Sul e Sudeste, além do aumento na utilização de outros insumos, conforme trabalhos como, Ferreira Filho e Horridge (2017), Ferreira Filho e Horridge (2014), Favro e Caldarelli e Câmara (2015) também mencionam. O Censo Agropecuário de 2017, segundo o relatório do Mapa (2021), também indica que algumas culturas deixam de ser produzidas em estabelecimentos menores e pouco produtivos e são utilizadas em grandes propriedades, com maior nível de tecnologia.

A redução da área utilizada também é menor proporcionalmente que a redução, ou aumento, da produção no caso sem desmatamento. O destaque é para os setores de café em grãos e bovinocultura, em que mesmo com a redução da área, aumentaram a produção, indicando a alocação de terras mais capital intensivas e, portanto, mais produtivas. Um exemplo de estado com maior produtividade é o Paraná, em que em um ano é possível cultivar e colher a soja, milho e feijão na mesma área, sem a necessidade de descanso, através de tecnologia com fertilizantes, sementes melhoradas e irrigação (BACHA; CARVALHO, 2014).

Conforme explicado em Ferreira e Horridge (2017) e Carvalho, Domingues e Horridge (2017), há um aumento induzido na produtividade por hectares, pois como a terra tem um aumento no preço devido ao congelamento da oferta, há uma substituição do fator terra por outros insumos, como fertilizantes e adubos. Logo, à medida que os preços das terras aumentam, há um aumento no uso dos outros insumos, aumentando (limitadamente) a produtividade.

Entretanto, a elasticidade positiva do uso da terra não é vista para o caso com desmatamento, em que a redução da produção é maior, em módulo, que o uso da terra. Os casos mais evidentes são os setores de outras lavouras temporárias e laranja em que mesmo com o aumento do uso da terra, há uma redução da produção.

Quanto aos impactos nos setores, a simulação sem o desmatamento corresponde a um fluxo em que a soja, o milho e o algodão aumentam o uso da terra, enquanto as outras culturas reduzem. Esta dinâmica ocorre até mesmo para culturas em que os choques sobre a exportação são positivos, como o café, e também para culturas que são insumos para produtos da agroindústria, como açúcar e etanol (cana-de-açúcar), papel e celulose (silvicultura) e carne bovina (Bovinos e outros).

Por outro lado, com o desmatamento, os setores com uso de terra apresentam um aumento da utilização, com exceção de arroz, trigo e outros cereais (-3,3%) e outros produtos da lavoura permanente (-1,5%). Os choques de exportação do milho, algodão e soja são os mesmos nas duas simulações, então, o aumento da produção desses setores é similar nas duas simulações, com diferenças de menos de 1 p.p. Todavia, o aumento do uso da terra, no caso com o desmatamento, é maior para esses setores, com mais de 10 p.p. de diferença com a simulação sem desmatamento.

Das três culturas que aumentaram o uso do solo no cenário sem desmatamento, o algodão apresenta a maior variação percentual, 46,9%. A soja vem em seguida, com 43,2%, seguida pelo milho com 20,5%. No entanto, em termos absolutos, utilizando os dados de uso da área da PAM do IBGE, o aumento na área utilizada para a soja é o maior, com aproximadamente 13,9 milhões de hectares a mais, seguido pelo milho, 3,2 milhões de hectares, enquanto o algodão teria um avanço de 0,5 milhões de hectares.

Em termos regionais, a expansão da área da soja é significativa em todos os estados onde ocorre a produção. Conforme relatado por técnicos da Conab no Relatório de Projeções do Agronegócio (Mapa, 2021), a expansão da soja ocorreria a partir da substituição de lavouras e, principalmente, de pastagens no centro-oeste, além do avanço sobre a região do Matopiba. A partir dos dados de produção regional do modelo, foi possível verificar que o aumento na produção do Centro-Oeste seria de 25,8% sobre todos os estados, enquanto o Matopiba teria um aumento da produção de 91,1% no Maranhão, 79,4% na Bahia, e 25,8% no Tocantins e Piauí. Ademais, o aumento da produção de soja seria considerável sobre os estados de São Paulo e da região Sul, com mais de 68% de aumento em cada. Essa dinâmica explicaria a redução do uso da terra para culturas de frio na Região Sul, como o trigo, além de demonstrar uma competição com a cana-de-açúcar nos estados de São Paulo e Paraná.

A expansão da área do milho, pode ser acompanhada da evolução da soja, pois, junto com a cana-de-açúcar, são liberadas para o milho na maior parte dos estabelecimentos. O algodão, com a redução no consumo nacional devido a uma queda na produção da indústria têxtil (Tabela 4), direciona a produção para a exportação, todavia, para atingir a expectativa de exportação da FAO, deverá aumentar a área cultivada nos estados do Mato Grosso e Bahia, que são responsáveis por 90,4% da produção na safra de 2020/2021, conforme o MAPA (2021).

Por outro lado, o produto mais afetado pela troca de terra, no caso sem desmatamento, com uma redução da área em 35,9%, é o agregado de outros produtos da agropecuária, com atividades como piscicultura e pecuária leiteira. No entanto, a área utilizada nesse agregado é apenas para pecuária leiteira, indicando que a área destinada à produção de leite seria reduzida

em mais de um terço, com isso, a produção do setor teria uma redução de -2,1%, afetando diretamente o mercado interno. Em paralelo, a pecuária de bovinos e outros, a qual pode utilizar pastagens em conjunto à pecuária leiteira, apresenta redução de 7,6% da área de pastagens, mas com um aumento da produção de 10,4%, e redução da exportação de 54,9%, para alcançar o choque de 65,2% de aumento da exportação de carne bovina. Esses resultados demonstram que o congelamento das terras para a agropecuária reduziria o uso de pastagens, mas aumenta a produção devido a migração para estabelecimentos com maior produtividade.

No caso com desmatamento, as pastagens para bovinos e pecuária leiteira, apresentam aumento do uso da terra e da produção. Esse aumento do uso da terra das pastagens ocorreria nos estados do arco do desmatamento, indicando que as pastagens para criação de bovinos são a primeira atividade a utilizar novas terras após o desmatamento (FERREIRA FILHO; HORRIDGE, 2012).

O grupo de culturas como arroz, trigo e outros cereais, como aveia e sorgo, apresentou uma redução da área utilizada de 26,3%, ou aproximadamente, 1,5 milhões de hectares na simulação sem desmatamento. Com isso, a produção nacional seria reduzida em 7,9% afetando a dinâmica de consumo interno desse grupo de alimentos. Conforme o modelo, o nível de consumo das famílias permanece o mesmo, devido à inelasticidade desse grupo alimentar, conforme Zanin, Bacchi e Almeida (2019). E para manter o mesmo nível de demanda interna, as importações desses produtos e derivados da agroindústria aumentariam, sujeitos às variações de câmbio e a custos maiores, elevando o preço do arroz, farinha de trigo e do pão. Ademais, mesmo com o desmatamento, ainda ocorre a redução do uso da terra e da produção desse setor.

Em seguida, o grupo outros produtos das lavouras permanentes, como frutas, cacau, erva mate e açaí, apresentam uma redução do uso da terra no caso sem desmatamento de 22,9%, resultando em uma queda de 5% da produção e de 32,4% das exportações. Essa redução resultaria em uma redução do consumo das famílias de 1%, segundo a decomposição de Fan. Para a simulação com desmatamento, também ocorreria a redução do uso da terra, produção e exportação.

Em outros produtos da lavoura temporária, o feijão e a mandioca, produtos básicos da cesta básica brasileira, correspondem a 78,3% da área plantada do grupo em 2015. Destinados ao consumo interno, o grupo teria uma estabilidade no uso da terra na simulação com desmatamento, mas com redução na produção de -0,8%. No entanto, a simulação sem desmatamento apresentou uma redução de 19,7% da área utilizada, além da redução de 5% da produção no caso sem desmatamento. O consumo das famílias seria afetado em -0,5% dos produtos do grupo, mesmo com aumento da importação.

Conforme técnicos da Embrapa no Relatório de Projeções do Agronegócio (Mapa, 2021) e também Porto (2021), a redução da área do feijão está relacionada à transição de pequenos produtores, de nível tecnológico menor, para outras culturas, aumentando a proporção de estabelecimentos maiores. Em termos regionais, o feijão é produzido em diversos estados, tendo concorrência de diferentes culturas em cada região.

Para 2025 a expectativa de exportação do açúcar brasileiro pela FAO é de uma redução de 5,7% comparado a 2015, enquanto o etanol teria um aumento de 6,5%. Desta forma, o choque foi feito apenas sobre a exportação do etanol, com o açúcar sendo resultado do modelo e apresentando uma redução das exportações de 21,7% para a simulação sem desmatamento e estabilidade com desmatamento. Essa redução no primeiro caso ocorreria devido ao aumento das exportações do etanol e também à redução da produção de cana-de-açúcar (4,6%) devido à redução da área utilizada (22,5%). Conforme técnicos da Conab (Mapa, 2021), a cana-de-açúcar tem como principal concorrente a soja nos estados do Centro-Oeste.

Quanto ao café e a silvicultura, mesmo com o choque nas exportações do café e do papel e celulose, a área utilizada por essas culturas apresentou redução no caso sem desmatamento. O café em grãos, com aumento nas exportações de 17,8%, resultou em redução da área plantada

de 3% enquanto a produção cresceu em 12,5%. Para florestas e silvicultura, a área utilizada reduziu em 19,6%, com redução na produção de 2,2%, mesmo com o aumento da produção de papel e celulose (20,4%). O resultado pode ser explicado por alguns fatores: a bienalidade do Café, que apresentou nos anos de 2015 uma baixa produção, também esperada para a 2025, e a concentração do setor de florestas e silviculturas para a produção de papel e celulose para exportação. No caso com desmatamento, o café apresenta um crescimento na produção e uso da terra e a silvicultura demonstra uma estabilidade, sendo afetada apenas nas exportações.

Para a produção de laranja, a área plantada reduziu 18,7%, e a produção teve uma pequena variação negativa de 1,4% no caso sem desmatamento. Todavia, a FAO não apresenta projeção de exportações ou produção para laranja ou suco e o modelo utilizado não tem um setor específico para o suco, restando o resultado do modelo. Apesar disso, a expectativa do Mapa (2021) é quanto a uma redução da área plantada em torno de 19,8% para os próximos anos, maior que o resultado do modelo. No cenário com desmatamento a laranja apresenta uma estabilidade.

Conforme comentado anteriormente, os produtos da agroindústria dependentes do uso de terra no modelo, como etanol e papel e celulose, têm choques de exportações de 6,5% e 55,4%, respectivamente. Esses choques levam a um aumento da produção de 1,8% para o etanol e 20,4% para papel e celulose. Os dois setores indicam que para atender as exportações, a produção das matérias primas é destinada a esses produtos da agroindústria, reduzindo outros derivados, como o açúcar para a cana-de-açúcar (14,9%). Todavia, esse resultado não ocorreria no caso com desmatamento, demonstrando uma estabilidade.

A carne suína e de aves recebem choques de exportação de 2,2% e 2,5%, respectivamente. Esses choques levam a um pequeno aumento na produção dos animais vivos e da carne nos dois cenários. Com o aumento das exportações dos setores de carnes e restrições na exportação de animais vivos (BAILONE, 2019) a redução das exportações de bovinos, suínos e de aves, que era pequena, é ainda maior devido ao choque na indústria de carnes, com reduções como 54,9%, 42% e 41,6%, para bovinos, suínos e aves vivos, respectivamente.

Outros setores derivados de culturas também tiveram choques na simulação, como ração e óleo e gordura, conforme a Tabela 4. Essas indústrias utilizam como matéria prima a soja e o milho, sendo mais um incentivo ao aumento de produção dessas culturas. Em contrapartida, mesmo com o aumento da produção do algodão, a indústria têxtil tem redução de produção, indicando que as produções elevadas das matérias primas foram destinadas para atender as exportações.

Dois setores reduzem as exportações para atender a alta produção nacional: defensivos agrícolas e adubos e fertilizantes. Ambos apresentam quedas nas exportações mesmo com o crescimento da produção, indicando que esse aumento é para atender à crescente de culturas como soja, milho e algodão. Por outro lado, setores como derivados do trigo, mandioca e milho apresentam valores próximos ao nível de 2015, mas com redução das exportações para atender a demanda interna. O restante da agroindústria também apresenta esse movimento, mas com redução da produção, explicado devido à redução de pecuária leiteira, arroz, trigo e outros produtos das lavouras temporárias e permanentes.

Por fim, o agregado da indústria tem uma redução da produção nos dois cenários, além da redução de exportações de mais de 20 p.p. Conforme Perobelli et al. (2017), a indústria seria afetada devido a expansão dos preços na economia, resultando em preços domésticos menos competitivos e por isso, um aumento da importação. A redução dessa produção também ocorreria devido a transferência de capital e emprego dos setores industriais para o agronegócio, sendo que as exportações são reduzidas para atender o mercado interno.

4.2 LONGO PRAZO

A análise de longo prazo, em que os salários reais podem variar, foram consideradas as expectativas de exportação da FAO para o ano de 2030 como choques no modelo. A Tabela 5 apresenta os resultados para a simulação de longo prazo com e sem desmatamento. Os resultados demonstram que a maior parte dos setores reduzem a área plantada em um nível menor que o curto prazo, mas a produção é mais impactada, principalmente nos setores de consumo interno como arroz, trigo e outros cereais, outras lavouras temporárias e permanentes. Esse resultado indica que com a flexibilidade dos salários reais, há uma transferência de força produtiva e capital para os setores exportadores, reduzindo a produtividade de outros setores e também a elasticidade do uso da terra.

Esse resultado ainda indica uma maior redução da produção em setores capital intensivos, como a indústria, e de mão-de-obra, como serviços. Além do mais, o setor de etanol sofre uma queda na produção, pois há uma competitividade com o choque em 2030 nas exportações de açúcar.

Tabela 5 – Resultados das simulações com e sem desmatamento para o longo prazo, em variação percentual

Setores	Sem desmatamento			Com Desmatamento		
	Uso da terra	Produção	Exportação	Uso da terra	Produção	Exportação
Arroz Trigo Cereais	-26,2	-10	-40	-2,6	-4,7	-23,4
Milho	27,2	45,9	91,6	46,3	46,4	91,6
Algodão	52,9	72,7	128,8	71,5	72,8	128,8
Cana-de-Açucar	-16,6	0,2	0	2,5	0,6	0
Soja	38,1	57,2	77,2	56,8	57,4	77,2
Outros L. Temporária	-19,1	-2,5	-39,9	0,7	-1,3	-23,7
Laranja	-16,4	0,3	-41,5	3,1	1,3	-24
Café	-11,6	5,3	7,3	7,2	5,5	7,3
Outros Lav. Permanente	-22,9	-6,5	-41,2	-1,4	-3,5	-24
Bovinos e Outros	-3,9	14,1	-46,7	15,9	14,5	-35,1
Outros agropecuária	-37,8	-3,5	-63,5	2,6	-1,5	-32,3
Silvicultura	-18,7	-2,2	-51,3	3,2	1,4	-26,1
Suinos	0	5,6	-36,6	0	5,8	-33,5
Aves e Ovos	0	6,9	-36,5	0	7	-33,5
Industria	0	-6,9	-29,6	0	-6,7	-29
Carne Bovina e Outros	0	18,3	90,5	0	18,5	90,5
Carne Suina	0	5,8	18,1	0	5,9	18,1
Carne de Aves	0	11,4	22,7	0	11,4	22,7
Outros Agroindústria	0	-3,9	-30,9	0	-3,2	-26,8
Açúcar	0	2,8	3,2	0	3	3,2
Oleo e Gordura	0	30,5	63,4	0	30,7	63,4
Café Agroindústria	0	-7,8	-41,5	0	-6,6	-35,2
Derivados Trigo, Mandioca e Milho	0	0,8	-28,6	0	1,1	-25
Ração	0	4,3	24,4	0	4,7	24,4
Indústria Têxtil	0	-5,8	-44,8	0	-5,6	-43,6
Papel e Celulose	0	28,1	78,2	0	28,2	78,2
Etanol	0	-1,6	9,8	0	-1	9,8
Adubos e Fertilizantes	0	21,5	-15,5	0	22,3	-15,2

Setores	Sem desmatamento			Com Desmatamento		
	Uso da terra	Produção	Exportação	Uso da terra	Produção	Exportação
Defensivos Agrícolas	0	17,4	-17	0	18,1	-16,7
Serviços	0	-0,1	-24,2	0	-0,1	-24

Fonte: Elaboração própria.

4.3 COMPARAÇÃO PIB CENÁRIOS I E II

Como verificado em Perobelli et al. (2017), utilizar as exportações dos produtos agrícolas e da agroindústria demonstram um efeito multiplicador sobre outros setores e consequentemente aumento do PIB, enquanto utiliza apenas exportações de *commodities* agropecuárias teria efeitos apenas sobre o próprio setor agropecuário. Essa constatação também foi sugerida por Mesquita, Merlo e Gremaud (2021). No modelo ORANI-G utilizado neste trabalho, o PIB brasileiro teve variação positiva nas duas simulações, tanto para o curto quanto para o longo prazo.

A simulação sem aumento de área demonstra um aumento do PIB de 1,9% no curto prazo e de 0,6% no longo prazo. A diferença entre os prazos ocorreria devido a alocação de capital, pois no longo prazo, devido a volatilidade dos preços de *commodities*, ocorre uma redução das taxas de investimentos e de crescimento. Ademais, com o crescimento dos preços de itens básicos, há uma redução no consumo e na produtividade para o longo prazo, sendo que o crescimento só será sustentável com uma mudança na estrutura produtiva, visto que no longo prazo o capital é deslocado da indústria (SESSA et al., 2017).

Quando verificado o deflator do PIB, o aumento de 6,6% no curto prazo e 6,8% no longo demonstra que os custos e preços domésticos se elevaram nos dois cenários, principalmente devido aos preços competitivos e custos elevados no mercado interno devido ao aumento de importações.

Para a simulação com aumento de terra, o PIB de curto prazo seria de 2,5% e o de longo prazo 0,7%. Os resultados são maiores com o aumento de terras, pois ocorreria um aumento direto do fator de produção terra e, consequentemente, redução da disputa entre culturas e fatores, aumentando o produto. Apesar disso, o aumento no longo prazo é de apenas 0,1 p.p. maior que a simulação com terra fixa, indicando que a expansão para novas terras não tem um impacto significativo no PIB do país, ainda mais quando comparado aos benefícios ambientais, resultado também encontrado em Ferreira e Horridge (2012).

O deflator para o curto prazo foi de 6,4% e o de longo prazo 6,5%, próximo à simulação sem aumento de terras, indicando que o aumento dos preços e custos internos é devido a outros fatores, como a balança comercial. Por outro lado, os custos e preços teriam um aumento menor com a expansão da fronteira agrícola, devido ao aumento na produção de bens domésticos e redução da necessidade de importação, favorecendo o superávit comercial.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados de ambos os cenários demonstram que produtos como soja, milho e algodão teriam um elevado aumento relativo do uso de terra para alcançar as exportações projetadas, enquanto outras culturas que também têm mercado no comércio internacional como carnes, cana-de-açúcar (açúcar), café, laranja (suco) e silvicultura (papel e celulose) teriam um aumento relativo no uso do solo apenas no cenário com aumento da terra.

Por outro lado, culturas com produtos voltados ao consumo interno, como arroz, trigo e cereais, outros produtos da lavora temporária (feijão e mandioca), pecuária leiteira e outros

produtos da lavoura permanente (frutas) apresentam uma redução do uso do solo, e também da produção, nos dois cenários. Dessa maneira, com redução na produção e aumento das importações, os preços internos seriam maiores, levantando dúvidas sobre a segurança alimentar da população mais pobre.

No entanto, os dois cenários não consideram as mudanças tecnológicas e o aumento da produtividade da terra e dos outros fatores. O cenário de longo prazo sem o aumento de terras demonstrou que o deslocamento de culturas para regiões mais produtivas, e um maior uso de outros fatores, poderia ser suficiente para atingir a produção projetada para exportação e para atender o consumo interno, ainda mais com um aumento da produtividade total dos fatores a partir dos avanços tecnológicos e uma convergência entre as diferentes regiões.

Ademais, quando comparado o PIB de longo prazo dos dois cenários e a pequena diferença de 0,1 p.p., o modelo indica que as exportações do agronegócio são importantes para a renda nacional, mas que novas terras (desmatamento) não teriam um impacto significativo sobre o produto, isso sem considerar os ganhos ambientais.

Por fim, o trabalho contribui ao utilizar um modelo de EGC para verificar as mudanças indiretas do uso da terra entre as *commodities* exportadas e o consumo interno, ressaltando o impacto das monoculturas de soja e milho sobre a redução da produção e aumento dos preços dos produtos básicos, além de indicar que apenas o desmatamento não seria a solução para o problema.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Diana. Dossiê Crítico da Logística da Soja: Em defesa de alternativas à cadeia monocultural. Rio de Janeiro: FASE, 2021.

BACHA, C. J.C.; CARVALHO, L.What explains the intensification and diversification of Brazil´s agricultural production and exports from 1990 to 2012? International Research Initiative on Brazil and Africa (IRIBA) Working Paper: 02. Disponível em: <http://www.brazil4africa.org/what-explains-the-intensification-and-diversification-of-brazils-agricultural-production-and-exports/>. Acessoem: 11 dez. 2021.

BAILONE, R. L. Exportação de animais vivos e o bem-estar animal no Brasil: um panorama da situação atual. Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP, v. 17, n. 1, p. 34-38, 8 maio 2019.

BARROS, G. S. C; The Brazilian agri-food sector: an overview. In: JANK, M. S.; GUO, P.; DE MIRANDA, S. H. G. **China-Brazil partnership on agriculture and food security**. Universidade de São Paulo (USP), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (Esalq), Piracicaba (SP) - Brasil - 2020. Disponível em: <http://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/468>. Acesso em: 20/12/2021.

CARVALHO, T. S.; DOMINGUES, E. P. Projeção de um cenário econômico e de desmatamento para a Amazônia Legal brasileira entre 2006 e 2030. **Nova Economia**, v. 26, p. 585-621, 2016.

CARVALHO, Terciane Sabadini; DOMINGUES, Edson Paulo; HORRIDGE, J. Mark. Controlling deforestation in the Brazilian Amazon: Regional economic impacts and land-use change. **Land use policy**, v. 64, p. 327-341, 2017.

COSTA, C. K. F.; MAIA, S. F.; SAMPAIO, L. M. B. Exportações brasileiras de suco de laranja e subsídios americanos: uma análise empírica de estratégias comerciais (1991-2006). **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 50, p. 83-106, 2012.

DE MORAES, M. A. F. D.; BACCHI, M. R. P.; CALDARELLI, C. E. Accelerated growth of the sugarcane, sugar, and ethanol sectors in Brazil (2000–2008): effects on municipal gross domestic product per capita in the south-central region. **Biomass and Bioenergy**, v. 91, p. 116-125, 2016.

DE NEGRI, F.; ALVARENGA, G. V. A primarização da pauta de exportações no Brasil: ainda um dilema. **Radar Tecnologia, Produção e Comércio Exterior**, v. 13, p. 7-14, 2011.
DIEESE - Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. Metodologia da Cesta Básica de Alimentos. São Paulo, Brasil, 2009.
DIXON, P. B.; PARMENTER, B. R. Computable general equilibrium modelling for policy analysis and forecasting. In… H. M. Amman, D. A. Kendrick, & J. Rust (eds.), **Handbook of computational economic**s. Amsterdam: Elsevier, v.1, p. 3–85, 1996.
FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT Statistical Database. [Rome] :FAO, 2022.
FAVRO, J.; CALDARELLI, C. E.; CAMARA, M. R. G. Modelo de análise da oferta de exportação de milho brasileira: 2001 a 2012. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 53, p. 455-476, 2015.
FERREIRA FILHO, J. B. Introdução aos modelos aplicados de equilíbrio geral: conceitos, teoria e aplicações. In: CRUZ, B. **Economia Regional e Urbana**: teorias e métodos com ênfase no Brasil. Brasília: Ipea, 2011.
FERREIRA FILHO, J. B. S.; HORRIDGE, M. Endogenous land use and supply, and food security in brazil (Presented at the 15th Annual Conference on Global Economic Analysis, Geneva, Switzerland). Purdue University, West Lafayette, IN: **Global Trade Analysis Project** (GTAP), 2012. Disponível em: <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/res_display.asp?RecordID=3814>. Acesso em: 29/12/2021.
FERREIRA FILHO, J. B. S.; HORRIDGE, M. Ethanol expansion and indirect land use change in Brazil. **Land Use Policy**, v. 36, p. 595-604, 2014.
FERREIRA FILHO, J. B. S.; HORRIDGE, M. Land Use Changes, Ethanol Production Expansion and Food Security in Brazil. In: Madhu Kanna; David Zilberman. (Org.). **Handbook of Bioenergy Economics and Policy**: volume II. 1ed.New York: Springer, 2017, v. II, p. 303-320.
FREITAS, R. E. Da segurança alimentar para a segurança produtiva. Boletim regional, urbano e ambiental, n.20, jan-jun, 2019. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9806/1/brua_20_ensaio_6.pdf>. Acesso em: 10/01/2022.
HARRISON, W. J.; PEARSON, K. R. **Computing solutions for large general equilibrium models using GEMPACK**. Preliminary Working Paper no. IP-64, IMPACT Project, Monash University, Clayton, 1994.
HARRISON, W. J.; PEARSON, K. R **An introduction to GEMPACK. GEMPACK user documentation GPD-1** (3º ed.). IMPACT Project and KPSOFT, September, 1996.
HORRIDGE, M. ORANI-G: **A generic single-country computable general equilibrium model**. Centre of Policy Studies and Impact Project, Monash University, Australia, 2003.
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal. Disponível em: < https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>. Acesso em: 16/11/2021.
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Pecuária Municipal. Disponível em: < https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>. Acesso em: 26/12/2021.
MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do agronegócio**, Brasil 2020/21 a 2030/31, Projeções de Longo Prazo. Brasília, 2021.
MDIC. Comex Stat. 2021. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>. Acesso em: 16/11/2021.
MESQUITA, R. B.; MERLO, E. M.; GREMAUD, A. P. Panorama do comércio exterior brasileiro: evolução dos principais parceiros e produtos (1997-2020). **Brazilian Journal of Latin American Studies**, v. 20, n. 39, p. 414-440, 2021.

MICCOLIS, A.; DE ANDRADE, R. M. T.; PACHECO, P. Land-use trends and environmental governance policies in Brazil: Paths forward for sustainability. **CIFOR**, 2014.

OECD/FAO (2021), OECD-FAO Agricultural Outlook 2021-2030, OECD Publishing, Paris. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/19428846-en>. Acesso em: 29/11/2021.

PEROBELLI, F. S.; BETARELLI JUNIOR, A. A.; VALE, V. A., CUNHA, R. G. Impactos Econômicos do aumento das exportações brasileiras de produtos agrícolas e agroindustriais para diferentes destinos. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 55, p. 343-366, 2017.

Projeto MapBiomas – Coleção 6.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. Disponível em: < https://mapbiomas.org/estatisticas>. Acesso em: 18/12/2021.

PORTO, S. I. Os caminhos da insegurança alimentar. In: AGUIAR, Diana. **Dossiê Crítico da Logística da Soja**: Em defesa de alternativas à cadeia monocultural. Rio de Janeiro: FASE, 2021.

SESSA, C. B.; SIMONATO, T. C.; DOMINGUES, E. P. O Ciclo das Commodities e Crescimento Regional Desigual no Brasil: uma aplicação de Equilíbrio Geral Computável (EGC). **In**... Anais área 10 do 44º Encontro Nacional de Economia - ANPEC, 2016. Disponível em: <https://en.anpec.org.br/previous-editions.php?r=encontro-2016>. Acesso em: 28/12/2021.

ZANIN, V., BACCHI, M. R. P.; e ALMEIDA, A. T. C. A demanda domiciliar por arroz no Brasil: abordagem por meio do sistema Quaids em 2008/2009. **Revista de Economia e Sociologia Rura**l [online]. 2019, v. 57, n. 2 [Acessado 10 janeiro 2022], pp. 234-252. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2019.171853>. Epub 15 Jul 2019. ISSN 1806-9479. https://doi.org/10.1590/1806-9479.2019.171853.