



## IMPACTO DO CRESCIMENTO DO PRODUTO INTERNO BRUTO AS MATAS NATIVAS BRASILEIRAS: UMA ANÁLISE DE EQUILÍBRIO GERAL COMPUTÁVEL

Attawan Guerino Locatel Suela,  
Universidade Federal de Viçosa  
attawan\_zull@hotmail.com

### Resumo

O Brasil é um dos principais produtores e exportadores mundiais de produtos agropecuários. E deve continuar ampliando sua produção nas próximas décadas, permanecendo assim, como um dos principais provedores de alimentos, fibras e bioenergia para o consumo interno e externo. Este estudo teve como objetivo analisar, através do modelo de Equilíbrio Geral Computável Estático, BREA, os impactos na demanda intermediária e no crescimento da produção agropecuária necessária para que o PIB atinja a projeção esperada para 2030, tanto para as macrorregiões brasileiras, quanto para o MATOPIBA. Bem como a perda de mata nativa necessária para que isso ocorra. Como resultados tem-se que, para compor o crescimento do PIB na região Norte, a fruticultura despontaria com o crescimento de 9.2%. No MATOPIBA o crescimento da soja em áreas florestais suprimidas, apresentou o crescimento de aproximadamente 9.7%. Observa-se que a soja continuaria migrando para as regiões detentoras de terras baratas e sem o embargo da moratória da soja. O total de florestais suprimidas no Brasil para que isso ocorresse seria de 490 Mil hectares. Conclui-se que o crescimento econômico relacionado aos setores agrícolas está ligado também, a conversão de áreas de vegetação nativa para o crescimento da produção futura, de commodities.

**Palavras-Chave:** PIB, EGC, Florestas nativas

### Abstract

Brazil is one of the world's leading producers and exporters of agricultural products. And it should continue to expand its production in the coming decades, thus remaining one of the main providers of food, fiber and bioenergy for domestic and foreign consumption. This study aimed to analyze, through the Static Computable General Equilibrium model, BREA, the impacts on intermediate demand and on the growth of agricultural production necessary for GDP to reach the expected projection for 2030, both for Brazilian macro-regions and for the MATOPIBA As well as the loss of native forest necessary for this to occur. As a result, to compose the GDP growth in the North region, fruit growing would emerge with a growth of 9.2%. In MATOPIBA, soybean growth in suppressed forest areas showed a growth of approximately 9.7%. It is observed that soy would continue to migrate to regions that hold cheap land and without the embargo of the soy moratorium. The total number of forests suppressed in Brazil for this to occur would be 490 thousand hectares. It is concluded that economic growth related to agricultural sectors is also linked to the conversion of areas of native vegetation for the growth of future production of commodities.

**Keywords:** GDP, CGE, Native forests



## INTRODUÇÃO

Fornecimento de alimentos, fibras, bioenergia e água para uma crescente demanda global são exemplos de serviços ecossistêmicos vitais para a sobrevivência humana (LOYOLA et al., 2021; XU et al., 2021). No entanto, tal provimento está ligado direta e indiretamente ao desmatamento, perda de habitat natural e impactos à biodiversidade, emissões de gases de efeito estufa (GEE) e esgotamento dos recursos hídricos (DA SILVA et al., 2021).

O Brasil é um dos principais produtores e exportadores agrícolas mundiais e deve continuar aumentando sua produção nas próximas décadas (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA, 2020). Essa expansão projetada vem atrelado a investimentos substanciais em novas infraestruturas rodoviárias, com o intuito de promover a expansão agrícola, em que, caso não ocorra ações pró-ambientais, a tendência será o aumento da supressão de vegetação nativas (ARIMA et al., 2011; FREITAS 2019).

Embora esse desenvolvimento possa trazer benefícios econômicos, ele também pode intensificar as disputas sobre a propriedade da terra e devastar a biodiversidade e a provisão de serviços ecossistêmicos não preparados, mas que, ao mesmo tempo, são muito valiosos para a sociedade (SOLIDARIDAD, 2021). Segundo Sparovek et al., (2019), Suela et al., (2020a) e Maca-Millán et al., (2021), a preservação da vegetação nativa brasileira é altamente dependente da implementação intensa da legislação e regulamentação de proteção pública, bem como de alternativas de proteção pró-ambiental seja ela pública ou privada.

No entanto, a legislação ambiental brasileira (Lei Federal nº 12.651: Novo Código Florestal - NCF), não considera as características singulares de cada bioma ao delimitar as ações pró-ambientais, tornando-se assim, pouco eficiente em grande parte do país (BRASIL, 2012; POLIZEL et al., 2021). Esta pesquisa focou não apenas no entendimento a nível nacional. Priorizou-se também, a região do MATOPIBA (acrônimo para os estados do MARanhão, TOcantins, Piauí e BAhia)<sup>1</sup>, território majoritariamente inserido no bioma Cerrado e que vem apresentando grande crescimento econômico e nos níveis de desmatamento. O bioma Cerrado como um todo, vem sendo considerado explícita e implicitamente, zona de amortecimento para o bioma Amazônia, fator que requer maiores medidas de proteção pró-ambiental.

Nesse sentido, este estudo teve como objetivo analisar, por meio de um modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC) estático, o modelo BREA (*Brazilian Economic Analysis*). Os impactos na demanda intermediária e no crescimento da produção agropecuária. necessários para que o Produto Interno Bruto (PIB) atinja a projeção proposta para 2030. Para tanto, o modelo verificou a perda de floresta nativa necessária, caso nenhuma ação pró-ambiental ocorra (DINIZ 2012; CABRAL, 2013; FERREIRA FILHO et al., 2015; FRANCISCO e GURGEL, 2020).

A fim de verificar a possível supressão de vegetação nativa futura no Brasil, optou-se por utilizar as projeções de crescimento médio do PIB brasileiro entre 2009 e 2030

---

<sup>1</sup>MATOPIBA é a divisão territorial criada por meio de um acordo de cooperação técnica assinado em 2014 entre alguns ministérios e agências federais para designar a área potencial de expansão agrícola em uma área que tem sido constantemente descrita pelos governos brasileiros como a “última fronteira agrícola mundial”. Em maio de 2015, o governo brasileiro criou, por decreto, a região especial do MATOPIBA e lançou o Plano de Desenvolvimento Agrícola do MATOPIBA (PDA), designando a área para desenvolvimento das atividades agrícolas e mineradoras (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2015).



(FRANCISCO e GURGEL, 2020). O foco foi analisar as mudanças nos níveis produtivos dos setores agropecuários que apresentaram e/ou podem apresentar grande crescimento de acordo com o MAPA (2021) em 2030. Para essa análise, optou-se por utilizar três níveis diferentes de projeção para cada macrorregião brasileira, bem como para o MATOPIBA: normal (projeção realista); superior (projeção otimista); e inferior (projeção pessimista). Pois para que a produção vegetal consiga atender a demanda interna e externa, bem como cumprir com seus respectivos papéis no crescimento previsto para o PIB até 2030, será necessário a introdução de grandes extensões de terras cultiváveis.

## REVISÃO DE LITERATURA

Após buscas sobre os temas relacionando estudos de projeção econômica e meio ambiente utilizando modelos de Equilíbrio Geral e/ou Parcial, foi possível encontrar pesquisas capazes de associar a elevação dos níveis de desmatamentos com o possível crescimento do PIB brasileiro (DINIZ 2012; CABRAL, 2013; FERREIRA FILHO et al., 2015; FRANCISCO e GURGEL, 2020).

Diniz (2012) comparou os impactos da legislação de uso do solo (Código Florestal) vigente à época da pesquisa e a proposta do Novo Código Florestal (NCF) na economia brasileira. Usando o modelo Term-BR EGC, ele conclui que o cumprimento da versão anterior do Código Florestal levaria a uma queda do PIB de 0,37%, mas com a NCF a queda é de 0,19%.

Cabral (2013) aplicou o modelo MIT-EPPA, um modelo econômico dinâmico global, para avaliar os impactos de uma política restritiva de desmatamento no Cerrado e na Amazônia brasileira, de acordo com o Plano Brasileiro de Mudanças Climáticas. Os resultados sugerem que as restrições ao desmatamento geram uma queda de 0,15% no PIB nacional, um pequeno impacto negativo na produção dos setores agropecuários, mas permitem a preservação de cerca de 68 milhões de hectares de floresta até 2050.

Ferreira Filho et al. (2015) utilizam o modelo TERM-BR para estimar os impactos econômicos do fim do desmatamento brasileiro. Eles simulam a política de redução do desmatamento na Amazônia (PPCDAM), que visa redução de 80% na taxa anual de desmatamento em relação à média anual observada entre 1996 e 2005, bem como o fim do desmatamento até 2015. Os resultados apontam para uma pequena diminuição do PIB, que pode ser compensada pelo aumento da eficiência agrícola.

Francisco e Gurgel (2020), estudaram os impactos econômicos potenciais de conter o desmatamento ilegal no Brasil até 2030. Para isso foi utilizado um modelo de EGC dinâmico e global, capaz de representar a competição por usos alternativos da terra. Os principais resultados encontrados foram que as políticas de restrição do uso da terra causam a intensificação da agricultura e aumentam a produtividade. A produção pecuária é afetada negativamente em 2,3% a 3,6% em comparação com um cenário base em 2030 e 2050, respectivamente. O PIB brasileiro sofre queda inferior a 0,1%. Como conclusão, os resultados indicam que os custos potenciais associados à intensificação e ao aumento da eficiência nas lavouras e na pecuária são bastante baixos.

## METODOLOGIA

### Equilíbrio Geral Computável

Os Modelos EGC têm sido amplamente utilizados em pesquisas sobre políticas pró-ambientais e análises de crescimento do PIB em diversos países (LIMA e GURGEL, 2018;



STOCCO et al. 2020). Outro ponto de interesse é que a modelagem de equilíbrio geral, quando comparada à econometria e outras abordagens setoriais utilizadas para realizar projeções de uso da terra possuem a vantagem de representar toda a economia. Pois, os modelos de EGC levam em consideração *feedbacks* micro e macroeconômicos através de ajustes de preços de bens e custos de produção quando os choques são realizados. Como algum desenvolvimento tecnológico relacionado à produção ou uma mudança na preferência de consumo.

### Equilíbrio Geral Computável Estático

Os modelos de EGC Estático possuem as condições de investigar os efeitos totais e os transbordamentos de ações que visem o crescimento da produção de um país (para o caso em estudo: análise do crescimento do PIB brasileiro). Nesse tipo de modelagem, a demanda final de cada região é estruturada e composta por gastos das famílias, consumo do governo, investimento e exportações. O modelo é fundamentado na otimização do comportamento, e os agentes produzem, consomem e vendem serviços e produtos. Os consumidores com suas restrições e preferências escolhem produtos que maximizem sua função de utilidade. As preferências são hipoteticamente convexas e contínuas, e suas funções de demanda contínua resultantes, são homogêneas de grau zero em relação aos preços, portanto, apenas preços relativos podem ser determinados.

Em relação a produção, a tecnologia é baseada em uma função de produção com retornos constantes de escala<sup>2</sup>, que combina insumos intermediários e fatores primários (capital, trabalho e terra). No equilíbrio, o lucro das empresas é zero. Pressupõe-se que as empresas tenham tecnologia de produção específica e fatores de demanda para minimizar seus custos. O modelo permite avaliar efeitos diretos e indiretos decorrentes de mudanças nas políticas públicas, como alíquotas de impostos, doações e choques tarifários.

| Region             | Sectors        | Primary factor inputs    |      |                         |             |
|--------------------|----------------|--------------------------|------|-------------------------|-------------|
| South              | STH            | Mineral Iron             | MIN  | Capital                 | CAP         |
| Southeast          | SST            | Coal                     | COAL | Labor                   | LAB         |
| Center-West        | CST            | Mineral Extraction       | NMM  | Land                    | LND         |
| North              | NTH            | Meats                    | MEAT | <i>Cropland</i>         | <i>CROP</i> |
| Northeast          | NST            | Soy oil                  | OSD  | <i>Pasture</i>          | <i>PAST</i> |
| Northeast Cerrado  | NSTC           | Foods                    | FOOD | <i>Degraded pasture</i> | <i>DPAS</i> |
|                    |                | Textile and wood         | TEX  | <i>Natural Forest</i>   | <i>NFOR</i> |
|                    | <b>Sectors</b> | Refined oil              | ROIL | <i>Planted Forest</i>   | <i>PFOR</i> |
| Rice               | RICE           | Ethanol                  | ETH  | <i>Managed Forest</i>   | <i>MFOR</i> |
| Maize              | CORN           | Chemistry                | CHM  | <i>Protected areas</i>  | <i>PA</i>   |
| Cane               | CANE           | Fertilizer               | FERT | <i>Natural areas</i>    | <i>NAT</i>  |
| Soy                | SOY            | Defensives               | DFN  | <i>Unused land</i>      | <i>UNU</i>  |
| Fruit              | FRIT           | Steel metal non-metallic | MMI  |                         |             |
| Other Cultures     | OCUL           | Machines                 | MAC  |                         |             |
| Forestry           | FRST           | Other Industry           | OIND |                         |             |
| Cattle             | CTTL           | Electricity              | ELEC |                         |             |
| Other live animals | OLA            | Pipe gas                 | PGAS |                         |             |
| Swine              | SWIN           | Water                    | WTR  |                         |             |
| Poultry            | PTRY           | Public Services          | PSRV |                         |             |
| Milk               | MILK           | Construction             | CONS |                         |             |
| Oil                | OIL            | Services                 | SERV |                         |             |
| Gas                | GAS            | Transportation           | TRNS |                         |             |

**Tabela 1.** Regiões, setores, categorias primárias e de uso do solo

Fonte: BREA (LIMA, 2017).

<sup>2</sup>Retorno constante à escala ocorre quando a empresa aumenta seus insumos ou recursos e observa automaticamente um aumento proporcional na produção ou nos produtos.



## Modelo BREA e sua composição do banco de dados

O modelo é estruturado com bancos de dados diversos, no qual, são divididos em dois módulos diferentes: uso da terra e econômico. O módulo econômico utiliza as contas nacionais de 2009 a 2018 disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2020b). A tabela de insumo-produto para o Brasil é estimada de acordo com Guilhoto et al., (2010) e desagregada entre todos os municípios brasileiros pelo NEREUS-USP. Os dados finais são agregados em 36 setores e três fatores de produção: capital, trabalho e terra, de acordo com a Tabela 1.

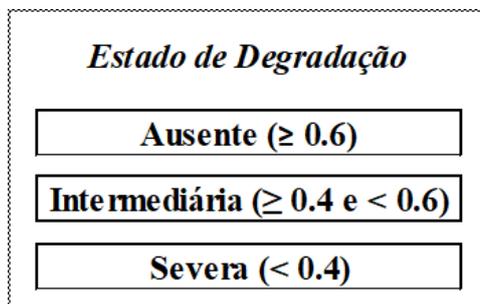
O BREA além de um modelo EGC Estático, trata-se também de um modelo multirregional e multissetorial que representa a economia brasileira através de seis regiões: Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste, Nordeste do Cerrado e Norte, Figura 1. O modelo BREA possui a base de dados referentes ao PIB nacional, bem como a desagregação desses valores para cada estados brasileiros entre os anos 2009 e 2018 (IBGE, 2020b). Outros bancos de dados importantes que foram inseridos no modelo para a composição proposta, são: a área plantada (ha), área colhida (ha) e o valor da produção (mil reais) das principais culturas agrícolas brasileiras (arroz, milho, soja, cana, fruticultura e outras culturas). Essas informações foram obtidas a nível de municípios brasileiros, para os anos entre 2018 e 2020, período que se mostrou suficiente para a análise desse estudo (IBGE, 2020d).



**Figura 1** - Agregação regional do Brasil no modelo BREA

Fonte: Elaboração própria adaptado de Lima (2017).

Para compor o banco de dados sobre as mudanças no uso da terra, foi necessário adquirir os dados de qualidade das pastagens. Essas informações foram obtidas a nível municipal. No qual, as pastagens estão classificadas em 3 “tipos” distintos: severamente degradada, degradação intermediária e com ausência de degradação. Classificação realizada através do indicativo do Índice de Vegetação existente nas pastagens (LABORATÓRIO DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS E GEOPROCESSAMENTO - LAPIG, 2022).



**Figura 2.** Estratificação do LAPIG em três classes de estado de degradação.  
**Fonte:** Adaptação LAPIG (2022)

O LAPIG (2022) trabalha com três classes de estado de degradação distintas: Ausente, Intermediário e Grave (Figura 16). A classificação do estado das pastagens foi baseada em valores EVI - Índice de Vegetação Melhorado, disponibilizado pelo modelo MODIS MOD13Q1 (HUETE et al., 2002). O EVI é normalizado com escala entre 0 e 1, quanto mais próximo o território do bioma estiver de 1, melhor se encontra a sua vegetação. Os EVIs apresentam também correlações positivas com a resiliência da vegetação. Por isso, índices de vegetação têm sido utilizados para avaliar o estado de degradação e para estimativas de biomassa em pastagens (ECKERT et al., 2014; PEREIRA et al., 2018; GARGIULO et al., 2020). Para a composição desses dados, optou-se pela inserção das informações referentes aos anos de 2009, 2010, 2019 e 2020 (LAPIG, 2022).

Como existem diversos usos para o solo, a composição da ocupação da terra faz-se necessário, para a melhor captação dos resultados. Assim, foi inserido no modelo informações sobre o Cadastro Ambiental Rural, Reserva legal, Unidades de Conservação, Florestas Plantadas, Terras Indígenas, Áreas Militares, Áreas Quilombolas e Áreas Públicas não destinadas. Essas informações são importantes para delimitar a totalidade da área brasileira, permitindo assim, não extrapolar a quantidade exata de terra no modelo, fator que transfere maior transparência e certeza às respostas de uso da terra no modelo (CADASTRO AMBIENTAL RURAL, 2022; LAPIG, 2022).

## RESULTADO E DISCUSSÃO

Neste capítulo estendo a discussão para fornecer os resultados desta pesquisa. O capítulo apresenta as principais respostas da aplicação do modelo BREA, através da projeção no crescimento médio do PIB entre 2009 e 2030, para todo o Brasil e particularmente para a região do MATOPIBA. No qual, foi analisado qual seria o impacto na demanda intermediária e no crescimento da produção agropecuária necessária para que o PIB atingisse a projeção proposta para 2030, bem como a perda de mata nativa excedente necessária para que isso ocorra (TEIXEIRA e VIANNA, 2013; IBGE, 2020b; IBGE, 2022). Outra análise realizada foi avaliar quais seriam os impactos na vegetação nativa caso as projeções da produção de grãos, e mais especificamente, a projeção na produção de soja ocorresse para 2030 (EMBRAPA, 2018; EMBRAPA, 2019; MAPA 2020).



## Crescimento econômico

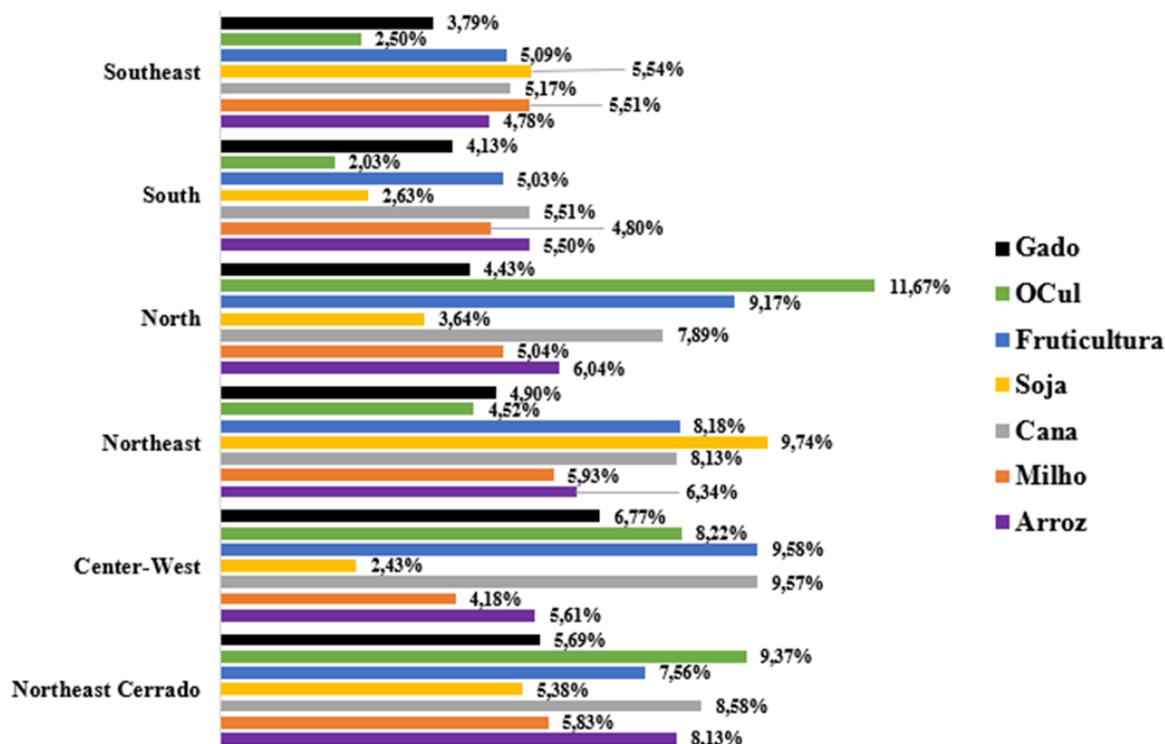
Com o intuito de verificar a possível perda de vegetação nativa futura do Brasil, optou-se por utilizar as projeções de crescimento médio do PIB brasileiro entre os anos de 2009 e 2030 focando em analisar as mudanças nos níveis produtivos dos setores agropecuários. Pois segundo a Embrapa (2018); Embrapa (2019) e o Mapa (2020), para que a produção vegetal e animal brasileira, consiga atender a demanda interna e externa, bem como cumprir com seus respectivos papéis no crescimento previsto do PIB até 2030, será necessário a introdução de grande extensão de terras produtivas. Para essa análise, optou-se pela utilização de três níveis distintos de projeção do PIB para cada macrorregião brasileira, bem como para a região do MATOPIBA, ver Tabela 2: normal (projeção realista); superior (projeção otimista); e inferior (projeção pessimista) (TEIXEIRA e VIANNA, 2013; IBGE, 2020b; IBGE, 2022).

| REGIÕES           | REALISTA | OTIMISTA | PESSIMISTA |
|-------------------|----------|----------|------------|
| Northeast Cerrado | 6,37%    | 7,45%    | 3,73%      |
| Center-West       | 6,52%    | 7,60%    | 3,87%      |
| Northeast         | 6,09%    | 7,17%    | 3,46%      |
| North             | 6,80%    | 7,89%    | 4,15%      |
| South             | 6,33%    | 7,41%    | 3,70%      |
| Southeast         | 5,79%    | 6,86%    | 3,16%      |

**Tabela 2** - Crescimento médio do PIB por regiões do modelo BREA

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 2 apresenta as projeções de crescimento econômico macrorregional e regional esperadas para 2030. Nota-se que o MATOPIBA (Northeast Cerrado), o Centro-Oeste (Center-West) e o Norte (North) são as regiões que apresentariam os maiores níveis de crescimento. Cabe ressaltar que, com o crescimento do PIB brasileiro, espera-se o crescimento na produção das *commodities* agropecuárias (soja, milho, proteína animal). E a região do MATOPIBA (Northeast Cerrado), e as macrorregiões do Centro-Oeste (Center-West) e Norte (North) foram as que apresentaram nas últimas duas décadas os maiores índices de produção das *commodities* agrícolas (AGROSATÉLITE, 2020; XU et al., 2021; RUSSO LOPES et al., 2021). Dessa forma, as informações acerca do crescimento econômico utilizados, estão apresentando sentido de crescimento esperado.



**Figura 3** – Participação na produção em % das principais culturas agropecuárias do Brasil  
 Fonte: Elaboração própria

Em face do exposto, será analisado agora, qual seria o impacto no nível de produção das principais *commodities* do Brasil. Conforme é possível observar na Figura 3, as regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e o MATOPIBA são as regiões que mais se destacam na produção de *commodities*, fato que corrobora com as expectativas em relação a produção agropecuárias para vários dos estados (fronteiras agrícolas ou cotados para futuras fronteiras agrícolas) dessas regiões como: MATOPIBA, Roraima, Rondônia, Pará e o SEALBA (acrônimo para SERgipe, ALagoas e BAhia)<sup>3</sup>, ver Figura 4.

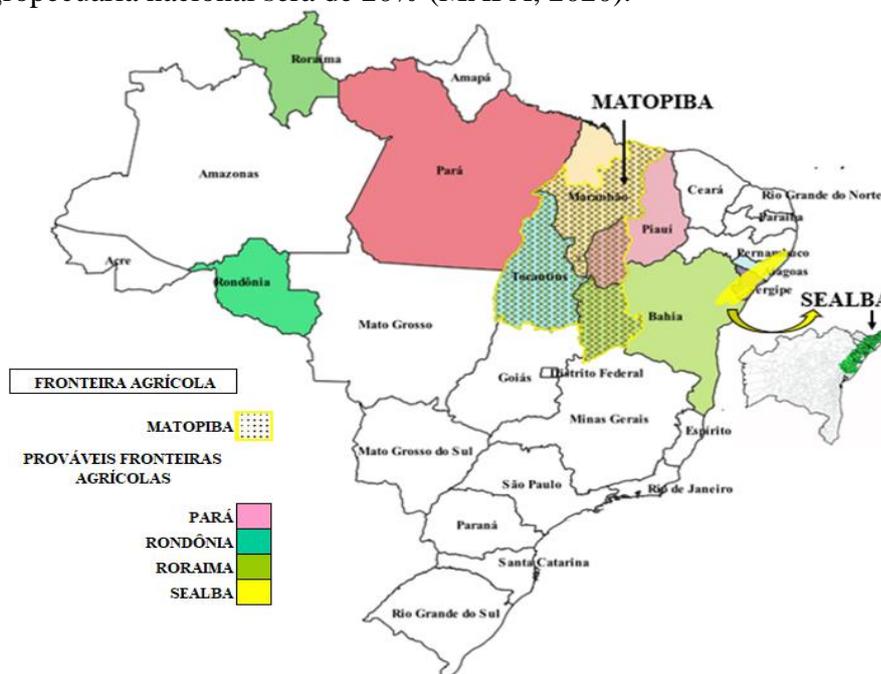
A Figura 3 demonstra que a região Norte do país irá focar na produção de culturas como sorgo, amendoim, algodão (Ocul), fruticultura e cana-de-açúcar, e haverá a perda de espaço de uma das principais *commodities* do país na região, a soja. Resultado bem relevante e que apresenta a real situação desse cultivar na região. O crescimento da soja no Norte do país pode ter deixado de ser interessante ao produtor, pois a situação fundiária na região é instável e sem garantias de cumprimento das leis ambientais. Nesse sentido o risco do agricultor em sofrer sanções por conta da moratória da soja é bem elevado, o que torna essa cultura pouco considerável para o início de lavouras em “novas” terras, apoiando assim, a resposta encontrada pelo modelo (DA SILVA et al., 2018; SOTERRONI et al., 2019).

Porém, percebe-se ao analisar a Figura 3, que a produção de soja continua migrando para as regiões detentoras de terras baratas e sem o embargo da moratória da soja, o Nordeste brasileira e o MATOPIBA. Essas regiões do modelo apresentaram grande importância na

<sup>3</sup>Região do Agreste brasileiro, área que se situa entre a Zona da Mata e o Sertão da região Nordeste do Brasil. É uma área semiárida com predomínio do bioma da Caatinga (EMBRAPA, 2022).



produção desta *commoditie*. Atualmente o MATOPIBA é o responsável pela produção de 14% da produção nacional da soja, já para o final da próxima década, 2030, a participação na produção agropecuária nacional será de 20% (MAPA, 2020).



**Figura 4** - Fronteiras agrícolas brasileiras

**Fonte:** Elaboração própria

Esse crescimento é explicado pelo seu desenvolvimento agrícola ocorrido nas últimas duas décadas, bem como pela introdução do PDA-MATOPIBA, ação governamental que facilitou a entrada da produção agropecuária nesta região. Porém, ao comparar a projeção do crescimento da produção da soja entre o MATOPIBA e o Nordeste, nota-se maior crescimento da produção desta cultura na região Nordeste do país, fato que também corrobora com as projeções futuras para esse território que vem sendo considerado para ser chamado de fronteira agrícola. O SEALBA, região pertencente ao agreste brasileiro por exemplo, está sendo cotado atualmente como a mais nova fronteira agrícola do país, esta ação poderá causar na região, os mesmos impactos positivos em relação à produção agropecuária ocorridos no MATOPIBA nos últimos anos (EMBRAPA, 2019).

Para o Centro-Oeste e o MATOPIBA, o foco da produção se voltará para fruticultura, cana de açúcar, amendoim, algodão, sorgo e arroz. Esses resultados demonstram, que o crescimento da produção de novas culturas dessas regiões vai de encontro com as projeções da Embrapa (2018) e o Mapa (2020), no qual, outras culturas, fora a soja e a produção de carne bovina, serão também, dinamizadas.

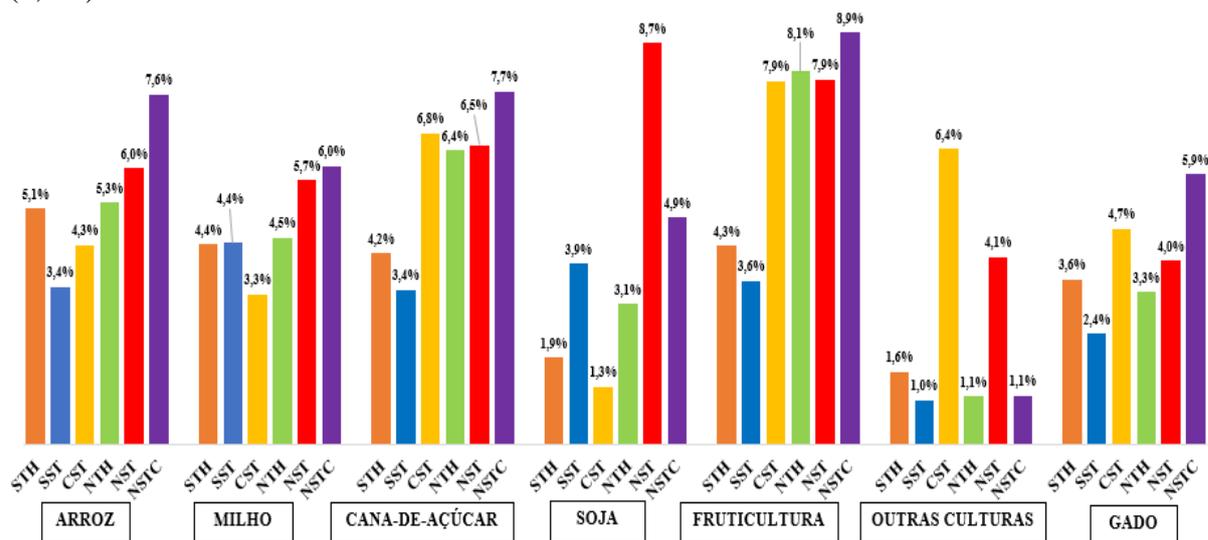
Entretanto, para que haja o crescimento econômico de um país, é necessário que os setores produtivos consumam de forma contínua. E esse consumo é chamado de demanda intermediária. A demanda intermediária representa o fornecimento e aquisição de cada setor em relação a si próprio e aos demais setores (GUILHOTO et al., 2010). Ao realizar estudos utilizando projeções do PIB em modelos de Equilíbrio Geral e ou Parcial, configurados de



maneira multisetorial, é possível verificar a demanda intermediária de cada setor proposto no modelo, para que o desenvolvimento do PIB sugerido ocorra.

Como o modelo BREA foi construído de maneira a representar os multisetores brasileiros, ao aplicar o impacto no crescimento de cada região, foi possível identificar qual seria a participação de cada setor no crescimento econômico do Brasil para o ano de 2030. Cabe ressaltar aqui, dois pontos importantes: i) seguindo o perfil desta pesquisa - “determinar a possível área de vegetação nativa desmatada - para que ocorra o crescimento econômico sugerido para 2030, o foco da análise para a discussão, será apresentar somente os setores que utilizam mais intensamente os fatores terra, capital e trabalho no modelo e; ii) a análise será realizada apenas para a projeção realista (que pode ser observada na Tabela 1) a fim de se evitar análises prolixas.

A Figura 5 apresenta a participação de cada demanda intermediária resultantes, em porcentagem, das principais *commodities* agropecuárias brasileiras, para o crescimento econômico “realista” de suas respectivas regiões. Como é possível verificar, as regiões Centro-Oeste (CST), Nordeste (NTH) e o MATOPIBA (NSTC), apresentam grande participação no consumo intermediário. É possível encontrar respostas sobre esse impacto na literatura que trata sobre o assunto. Segundo a Embrapa (2018), a produção de soja no Nordeste brasileiro, por exemplo, encontra grandes dificuldades de implantação, principalmente na região do SEALBA, quer seja por manutenção dos solos, por aquisição de agroquímicos ou pelo clima, fatores que encarecem qualquer início de plantio e o que pode explicar esse valor elevado de consumo (8,7%).



**Figura 5** – Participação na demanda intermediária em % das principais culturas agropecuárias do Brasil

Fonte: Elaboração própria

Outro ponto interessante é a participação de destaque do MATOPIBA no consumo em quase todos os setores agropecuários (arroz, milho, cana, fruticultura e produção de gado). Essa região apresenta grande potencial de crescimento, principalmente para a produção de *commodities*, porém, seu solo deficitário em minerais, requer grande manutenção e correção e a sua baixa pluviosidade demanda investimento em irrigação, esses fatores possuem a



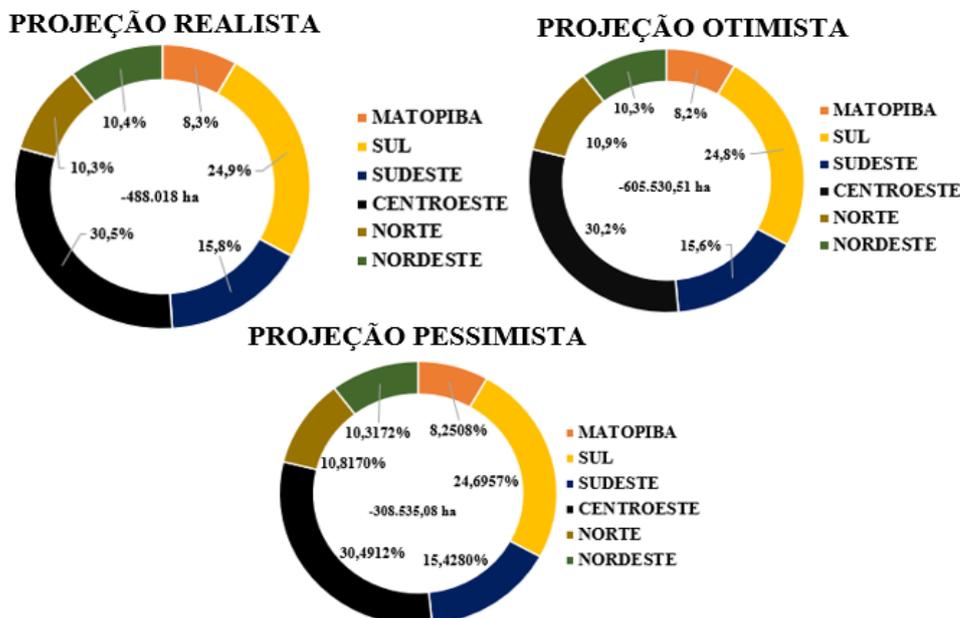
capacidade de elevar demasiadamente os seus custos de produção (MAPA, 2021; SUELA et al., 2021).

### Impacto do crescimento econômico na supressão de mata nativa

Para que ocorra o crescimento na produção agropecuária, duas opções podem ocorrer, sejam elas de forma simultânea ou de maneiras isoladas, estas são: i) crescimento na produtividade, no qual, o uso de novas extensões de terra não precisa necessariamente acontecer para que a produção aumente e; ii) introdução de culturas em novas áreas, quer seja já destinada para produção (pastagens e/ou áreas de outras culturas), quer seja em áreas de mata nativa. Vale destacar que a relação entre a produção total e os insumos totais (Produtividade Total dos Fatores - PTF) considerada no modelo BREA é constante e igual a um, entre terra, capital e trabalho.

Desta forma, com o crescimento da produção e da demanda intermediária dos multisetores existentes no BREA, foi possível captar a quantidade de vegetação nativa que seria suprimida para que a produção fosse satisfeita. A captação de novos territórios oriundos das matas nativas pode ser observada na Figura 6. Nesta Figura é explicitada a quantidade de território produtivo oriundo de vegetação nativa que seria acrescida caso o PIB seguisse as três projeções propostas (realista, otimista e pessimista, ver Tabela 1).

Como é possível observar na Figura 6, a região Centro-Oeste seria a macrorregião com a maior perda de vegetação nativa, isso quer dizer que, dos quase 490 Mil Hectares (ha) de vegetação nativa suprimida no Brasil, aproximadamente 157 Mil ha do bioma Cerrado seria desmatada para que houvesse o crescimento na produção dessas *commodities*, pois o Centro-Oeste é quase que inteiramente pertencente ao bioma Cerrado. Não obstante, a região do MATOPIBA, também faz parte, majoritariamente, do bioma Cerrado.



**Figura 6** – Participação das regiões do modelo na perda de vegetação nativa.

Fonte: Elaboração própria



Dessa forma, ao adicionar a área de mata nativa suprimida dessa região a quantidade desmatada da macrorregião Centro-oeste, tem-se que, para a projeção realista do PIB, o bioma Cerrado, seria o ecossistema que mais sofreria com os impactos do crescimento econômico brasileiro, apresentando a perda de 190 Mil ha. Esses resultados confirmam as respostas encontradas por Fian (2018), Stocco et al. (2020), Polizel et al. (2021), Loyola et al. (2021), no qual, de maneira geral, o bioma Cerrado está se tornando zona de amortecimento do desmatamento para a região Norte (bioma Amazônico) em relação, principalmente, à produção das principais *commodities* brasileiras.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa procurou analisar os possíveis impactos causados pelo crescimento do PIB projetado para 2030 no consumo intermediário e na produção dos principais setores agropecuários do Brasil, utilizando um modelo de Equilíbrio Geral Computável Estático, o modelo BREA. O modelo foi capaz de projetar resultados de crescimento na produção agropecuária que apoiam estudos elaborados por órgãos como a Embrapa e o Mapa, centros de excelência nos estudos relacionados ao meio rural. Notou-se a perpetuação referente a migração da produção de soja para novas regiões, ou que já são consideradas fronteiras agrícolas (MATOPIBA) e para aquelas que estão sendo cotadas para serem futuras fronteiras agrícolas, como a SEALBA.

Obteve-se, que as regiões Norte, Centro-Oeste e o MATOPIBA seriam os principais consumidores dos setores existentes no modelo, no intuito de serem capazes de atender o crescimento econômico projetado para 2030. Esse fato lança luz a necessidade de investimentos nessas regiões, o que equivale a dizer, que esses territórios poderão atrair novos investimentos em infraestrutura e em setores voltados à produção de insumos para o uso agropecuário.

Outro ponto muito discutido nos resultados, foi a possibilidade de novos desmatamentos em todo o Brasil. Notou-se que o crescimento econômico relacionado aos setores agropecuários está ligado também, a conversão de áreas de vegetação nativa para o crescimento da produção futura, tanto de *commodities*, como de outros tipos de produção agropecuária. Esse fato corrobora com a literatura que aborda sobre *trade-off* entre o meio ambiente e o crescimento econômico. Além de fomentar as discussões sobre a importância das políticas governamentais direcionadas às questões ambientais e/ou a importância de planos de ações pró-ambientais como os mecanismos de Pagamento por Serviços Ambientais.

Cabe salientar, que a preocupação em relação ao meio ambiente pode agregar valor e/ou evitar a perda econômica nas produções de origem agropecuária. As sanções causadas pelo mercado consumidor através da moratória da soja ou os Pagamentos por Serviços Ambientais relacionados, por exemplo, à proteção das áreas de floresta nativa, são amostras disto. Essas opções possuem o potencial de motivar e/ou orientar o produtor sobre as boas práticas relacionadas à proteção florestal, além de ampliar os ganhos econômicos dos produtores.

## REFERÊNCIA

AGROSATÉLITE GEOTECNOLOGIA APLICADA LTDA. Análise Geoespacial da Soja no Bioma Cerrado: Dinâmica da Expansão | Aptidão Agrícola da Soja | Sistema De Avaliação Para Compensação Financeira: 2001 a 2019. - Florianópolis, 2020 60 p.: il.



ARIMA, Eugenio Y. et al. Statistical confirmation of indirect land use change in the Brazilian Amazon. *Environmental Research Letters*, v. 6, n. 2, p. 024010, 2011.

BRASIL. Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Disponível em: L12651 (planalto.gov.br). Acesso em 01 de maio de 2021.

CABRAL, C. S. R. Impactos econômicos da limitação do desmatamento no Brasil. 2013. 132 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da USP, Ribeirão Preto, 2013.

CADASTRO AMBIENTAL RURAL - CAR. SICAR – SISTEMA NACIONAL DE CADASTRO AMBIENTAL RURAL. Disponível em: <<https://www.car.gov.br/publico/imoveis/index>>. Acesso em: 07 de maio de 2022. 2022.

DA SILVA, José Maria Cardoso; LEAL, Inara R.; TABARELLI, Marcelo (Ed.). *Caatinga: the largest tropical dry forest region in South America*. Springer, 2018.

DA SILVA, Geraldo et al. Assessing the Impact of the ABC Cerrado Project. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 51, p. e66399-e66399, 2021.

DINIZ, T. B. Impactos socioeconômicos do código florestal brasileiro: uma discussão à luz de um modelo computável de equilíbrio geral. 2012. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da USP, Piracicaba, 2012.

ECKERT, Sandra et al. Trend analysis of MODIS NDVI time series for detecting land degradation and regeneration in Mongolia. *Journal of Arid Environments*, v. 113, p. 16-28, 2015.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. MATOPIBA, delimitação, caracterização, desafios e oportunidades para o desenvolvimento. Brasília, DF. 2015.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira*. Brasília, DF. p. 212. 2018.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Sealba: região de alto potencial agrícola no Nordeste brasileiro / Sergio de Oliveira Procópio et al. – Aracaju. 62 p. (Documentos / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1953; 000). 2019.*

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. GeoWeb, sistema online. Disponível em <<http://mapas.cnpm.embrapa.br/matopiba2015/>>. Acesso em 05 de maio de 2022.

FERREIRA FILHO, Joaquim Bento de Sousa; DE MORAES, Gustavo Inacio. Climate change, agriculture and economic effects on different regions of Brazil. *Environment and Development Economics*, v. 20, n. 1, p. 37-56, 2015.

FIAN INTERNACIONAL. *The Human and Environmental Cost of Land Business The case of MATOPIBA, Brazil*. 2018.

FRANCISCO, Adriana Xavier; GURGEL, Angelo. *Costs of Reducing Deforestation In Brazil: a General Equilibrium Approach*. 2020.

FREITAS, Flavio LM. *Brazilian public protection regulations and the preservation of ecosystem services and biodiversity*. Tese de Doutorado. KTH Royal Institute of Technology. 2019.



GARGIULO, Juan et al. Spatial and temporal pasture biomass estimation integrating electronic plate meter, planet cubesats and sentinel-2 satellite data. *Remote Sensing*, v. 12, n. 19, p. 3222, 2020.

GUILHOTO, Joaquim et al. Estimação da Matriz Insumo-Produto Utilizando Dados Preliminares das Contas Nacionais: Aplicação e Análise de Indicadores Econômicos para o Brasil em 2005 (Using Data from the System of National Accounts to Estimate Input-Output Matrices: An Application Using Brazilian Data for 2005). Available at SSRN 1836495, 2010.

HUETE, Alfredo et al. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. *Remote sensing of environment*, v. 83, n. 1-2, p. 195-213, 2002.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistema de Contas Regionais. Rio de Janeiro, 2020b. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9054-contas-regionais-do-brasil.html?edicao=32020&t=resultados>>. Acesso em 12 de maio de 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agrícola Municipal. Rio de Janeiro, 2020d. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?edicao=25369&t=destaques>>. Acesso em 12 de maio de 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistema de Contas Nacionais. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9052-sistema-de-contas-nacionais-brasil.html?=&t=resultados>>. Acesso em 10 de junho de 2022.

LABORATÓRIO DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS E GEOPROCESSAMENTO - LAFIG. Atlas Digital das Pastagens Brasileiras. 2020. Disponível em: <<http://atlasdaspastagens.ufg.br/>>. Acessado em 19 Maio 2022.

LIMA C. Z. Impacts of Low Carbon Agriculture in Brazil: a CGE application. 2017. 113f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 2017.

LIMA C. Z., GURGEL A. C. The role of double cropping modeling for policy assessment in Brazil. In 21th GTAP Conference. p. 19, 2018.

LOYOLA, Rafael; REZENDE, Camila; e RIBEIRO, Bruno. (2021). Áreas Prioritárias para Conservação e Restauração no Matopiba. Caderno de Notas Técnicas do Programa Parceria para o Bom Desenvolvimento (GGP/PNUD). Rio de Janeiro: Conservação Internacional Brasil, 2021.

MACA-MILLÁN, Stefany; ARIAS-ARÉVALO, Paola; RESTREPO-PLAZA, Lina. Payment for ecosystem services and motivational crowding: Experimental insights regarding the integration of plural values via non-monetary incentives. *Ecosystem Services*, v. 52, p. 101375, 2021.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Brasil Projeções do Agronegócio 2019/2020 a 2029/2030. 2020.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. PROJEÇÕES DO AGRONEGÓCIO: Brasil 2020/21 a 2030/31 Projeções de Longo Prazo. Brasília, DF. 2021.



PEREIRA, Osvaldo José Ribeiro et al. Assessing pasture degradation in the Brazilian Cerrado based on the analysis of MODIS NDVI time-series. *Remote Sensing*, v. 10, n. 11, p. 1761, 2018.

POLIZEL, Silvia Palotti et al. Analysing the dynamics of land use in the context of current conservation policies and land tenure in the Cerrado–MATOPIBA region (Brazil). *Land Use Policy*, v. 109, p. 105713, 2021.

RUSSO LOPES, Gabriela et al. Maldevelopment revisited: Inclusiveness and social impacts of soy expansion over Brazil's Cerrado in Matopiba. *World Development*, v. 139, n. C, 2021.

SOLIDARIDAD. Potencial regional de expansão da soja no Matopiba; São Paulo. 2021.

SPAROVEK, Gerd et al. Who owns Brazilian lands? *Land Use Policy*, v. 87, p. 104062, 2019.

SOTERRONI, Aline C. et al. Expanding the soy moratorium to Brazil's Cerrado. *Science advances*, v. 5, n. 7, p. eaav7336, 2019.

SUELA, Attawan Guerino Locatel et al. CONHECIMENTO, PERCEPÇÃO CLIMÁTICA E COMPORTAMENTO PRÓ-AMBIENTAL NA AGRICULTURA. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 51, n. 3, p. 193-206, 2020a.

SUELA, Attawan Guerino Locatel et al. ANÁLISE DE IMPACTO ECONÔMICO E RELAÇÕES SETORIAIS ENTRE MATOPIBA E O RESTANTE DO BRASIL: UMA ABORDAGEM POR INSUMO-PRODUTO/Economic Impact Analysis and Sectorial Relations between MATOPIBA and the Rest of Brazil: An Input-Output Approach. *Informe GEPEC*, v. 26, n. 1, p. 62-86, 2021.

STOCCO, Leandro; DE SOUZA FERREIRA FILHO, Joaquim Bento; HORRIDGE, Mark. Closing the Yield Gap in Livestock Production in Brazil: New Results and Emissions Insights. In: *Environmental Economics and Computable General Equilibrium Analysis*. Springer, Singapore, 2020. p. 153-170.

TEIXEIRA, Aloisio; VIANNA, Salvador Werneck. Cenários Macroeconômicos no horizonte de 2022/2030. *Fundação Oswaldo Cruz. A saúde no Brasil em*, v. 2030, 2013.

XU, Jialu et al. Double cropping and cropland expansion boost grain production in Brazil. *Nature Food*, v. 2, n. 4, p. 264-273, 2021.