

E SE REDUZIRMOS O CONSUMO DE CARNE BOVINA NO BRASIL?

Luciana Schneider Parzianello¹

Terciane Sabadini Carvalho²

Resumo

Em prol da sustentabilidade e da saúde humana, uma mudança de hábitos alimentares faz-se necessária. A carne bovina, dentre todos os alimentos é a que produz maior impacto ambiental e está associada a diversas doenças crônicas. O Brasil é um dos maiores consumidores de carne do mundo, equiparado aos países desenvolvidos, e a maior parte de suas emissões de gases de efeito estufa estão relacionadas ao desmatamento e às atividades agropecuárias. Portanto, este artigo visa projetar os impactos econômicos e ambientais de uma redução de consumo de carne bovina no país via mudança na preferência das famílias. Para isso, será utilizado um modelo de Equilíbrio Geral Computável interregional dinâmico para regiões da Amazônia Brasileira, Matopiba e restante do Brasil, que possui um módulo de mudanças do uso da terra e permite substituição entre os diferentes alimentos em sua estrutura de consumo e produção. Os resultados mostram que uma redução de 10% do consumo de carne bovina contribuiria para evitar o desmatamento de uma área de 16.643 km² na Amazônia e Matopiba e que o impacto no PIB nacional seria praticamente nulo em 2030.

Palavras-chave: carne bovina, equilíbrio geral computável, desmatamento.

Abstract

In favor of sustainability and human health, a dietary change is urgent. Beef, among all foods, has the greatest environmental impact and is associated with several chronic diseases. Brazil is one of the largest consumers of meat in the world, on par with developed countries, and most of its greenhouse gas emissions are related to deforestation the cattle ranching activities. Therefore, this article projects economic and environmental impacts of a beef consumption reduction by households preference changes in the country. For this, a dynamic interregional Computable General Equilibrium model will be used for regions of the Brazilian Amazon, Matopiba and the rest of Brazil, which has a land use change module and allows substitution between different foods in its consumption and production structure. The results show that a 10% reduction in beef consumption could contribute to avoid a 16.643 km² area of deforestation and practically zero impact in national GDP by 2030.

Keywords: beef, computable general equilibrium, deforestation.

Área 9 - Meio ambiental, recursos naturais e sustentabilidade

JEL Classification: C68, Q15, R11

¹ Mestranda no Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Econômico (PPGDE-UFPR)

² Professora no Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Econômico (PPGDE-UFPR)

1. INTRODUÇÃO

A Organização das Nações Unidas (ONU) recomendou em 2019 que os indivíduos modificassem suas dietas em prol da sustentabilidade do planeta, e da própria saúde (IPCC-2019). Isto implicaria na redução do consumo de carne, em especial a bovina, devido seu alto impacto ambiental.

O Brasil é um dos maiores produtores, exportadores e mercado consumidor de carne bovina e detentor da maior porção da Amazônia. Grande parte do desmatamento na Amazônia Brasileira se deve à expansão da fronteira agrícola na região, principalmente ao crescimento da pecuária bovina (Rivero *et al.*, 2009; Fearnside, 2017).

A demanda global de carne tem projeção de alta (Gerber *et al.*, 2013), com o aumento da população mundial e da renda dos países emergentes, e as exportações brasileiras atendem majoritariamente aos países responsáveis por esta tendência, como a China. Então a demanda externa pode não cair nas próximas décadas, mas seria importante, para aliviar o impacto ambiental, reduzir a demanda interna por carne, visto que o consumo atual está acima do recomendado pela OMS (FAO, 2017; OMS, 2015).

A média de consumo de carne per capita mundial, seja carne bovina, suína, de aves ou pescado, é de 43 kg (FAO, 2017) e enquanto o recomendado é de até 25 kg per capita anuais (OMS, 2015). Os países asiáticos ainda estão abaixo desta média, mas o Brasil não. Assim como os países desenvolvidos, o Brasil consome de 2 a 3 vezes esta média. Este excesso de consumo de carne favorece a incidência de doenças crônicas, como hipertensão, diabetes tipo 2, câncer e obesidade. E considerando especificamente a carne bovina, que é a que oferece mais risco à saúde, o consumo per capita no Brasil precisaria cair em 40% para atender ao limite máximo sugerido pela OMS.

Alguns consumidores, preocupados com a saúde, o meio ambiente, e também com a crueldade animal, já iniciaram um processo de mudança de dieta. Nota-se alguma mudança de preferências e hábitos alimentares, mas que ainda não é suficiente para aliviar a pressão ambiental. Na última década, o Reino Unido teve queda de 17% no consumo médio de carne, enquanto a necessidade de redução é superior a 50% (McMichael *et al.*, 2007; Stewart *et al.*, 2021). Neste contexto, alguns países como Inglaterra, Espanha, Suíça, Dinamarca, Noruega, Alemanha e Nova Zelândia, já iniciaram debates sobre políticas públicas que podem contribuir para a redução do consumo per capita de carne e de outros produtos animais (Godfray *et al.*, 2018; Willet *et al.*, 2019; TAPPC, 2021; Hundsheid *et al.*, 2022). Não deveria o Brasil avançar neste debate também?

Mitigar emissões no setor agropecuário é mais efetivo pelo lado da demanda do que pelo lado da oferta (Hedenus *et al.*, 2014). Pelo lado da oferta, há necessidade de investimentos e avanço tecnológico que podem exigir um longo prazo para surtir algum efeito, além do setor agropecuário ser de difícil fiscalização. Pelo lado da demanda, não é necessário aguardar avanço tecnológico e a demanda pode direcionar os produtores a migrarem para outras culturas de menor impacto ambiental.

Desse modo, o presente artigo visa contribuir para o debate sobre uma redução do consumo de carne no Brasil via mudança de preferências de consumo. Para isso, utiliza um modelo de equilíbrio geral computável dinâmico, interregional, com 32 mesorregiões da Amazônia, Matopiba e resto do Brasil, o REGIA +, que possui um módulo de uso da terra. Além disso, foram incorporadas mudanças nas estruturas de produção e consumo do modelo para permitir a substituição entre os diferentes grupos de alimentos.

Uma mudança de preferências que gere queda na demanda por carne bovina pode fazer o setor de alimentos demandar menos insumos da pecuária bovina, e por conseguinte reduzir o

impacto ambiental desta atividade, desacelerando o desmatamento na Amazônia e, conseqüentemente, as emissões de carbono. Além disso, muitas regiões na Amazônia tem grande produção pecuária, o que pode causar perdas econômicas se a queda desta atividade não induzir o aumento de outros setores econômicos. Entender estes impactos regionalmente se torna relevante dada a grande heterogeneidade existente.

Este estudo está dividido em mais três seções, além desta introdução. Na próxima, é apresentada uma revisão de literatura sobre o tema. A terceira seção descreve a metodologia utilizada, base de dados e estratégia de simulação. Em seguida, os resultados são apresentados e discutidos e, por fim, tem-se as considerações finais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Como consta no relatório do IPCC, produtos de origem animal têm maior impacto ambiental, em relação às emissões de gases de efeito estufa (GEE), uso de terra e água, eutroficação e acidificação, dentre todos os alimentos (Poore e Nemecek, 2018). Segundo Tilman e Clark (2014), a produção pecuária representa 14,5% das emissões de GEE do planeta, o que se traduz em 56% das emissões do setor agropecuário. Ainda, apesar de produzir apenas 18% dos alimentos, a pecuária utiliza cerca de 83% da área agrícola mundial (Poore e Nemecek, 2018).

Os impactos causados pela produção de carne de animais ruminantes, como os bovinos, são 100 vezes maiores que os impactos gerados por uma dieta à base de plantas (Clark e Tilman, 2017). Os animais ruminantes emitem dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O) e metano (CH₄), através da fermentação entérica e pelo manejo dos dejetos, que representam 41% das emissões da pecuária, e o cultivo de cereais e fertilização do pasto para a alimentação do rebanho, e emitem mais 21% das emissões (Gerber *et al.*, 2013).

Outro problema apontado pela literatura é a ineficiência nutricional e energética da produção de carne, que pode agravar a insegurança alimentar do mundo. A pecuária requer 2,5 a 10 vezes mais energia para produzir a mesma quantidade de calorias e proteínas que os cereais (Molden *et al.*, 2007). Cerca de um terço da produção de cereais do mundo é usada para a alimentação dos animais que são consumidos pelos humanos, e neste processo, dois terços das calorias são perdidas (Cassidy *et al.*, 2013). Além disso, para cada 1 kg de carne bovina, o consumo de água doce chega a 15.000 litros, contra 2.000 litros para a produção de 1 kg de cereais (Molden *et al.*, 2007).

Logo, a mudança de dieta recomendada pela ONU implica em reduzir o consumo de carne, principalmente bovina. E este é um tema bastante relevante para o Brasil, por ser um dos maiores produtores e exportadores de carne bovina. Em 2020, o país possuía o maior rebanho do mundo, com 217 milhões de cabeças, ou seja 14,3% do rebanho mundial (FAOSTATS, 2021). Outro ponto importante é que a população brasileira está entre os maiores consumidores de carne do mundo, na mesma faixa de consumo per capita dos países desenvolvidos (FAO, 2017). A recomendação da OMS é de ingestão máxima de 25 kg per capita ao ano para todas as carnes e apenas 15 kg de carne vermelha. O consumo de carnes no Brasil é de 99 kg per capita anuais, patamar similar ao dos países desenvolvidos. Para carne bovina é de 24,4 kg per capita, ou seja, para atender à recomendação deve-se reduzir o consumo em 40%.

Ao mesmo tempo, o Brasil tem um papel central na mitigação de emissões mundiais do setor agropecuário, principalmente por seu avanço na região da Amazônia, um bioma fundamental para a regulação do clima global e que possui um grande estoque de carbono do planeta.

O gado tem grande participação no desmatamento e perda de biodiversidade (IPCC, 2019), e os sistemas de pecuária extensiva, como o do Brasil, acabam sendo os maiores emissores devido à

ampliação do uso da terra para pasto (Gerber *et al.*, 2013). A pecuária extensiva é responsável por 71% do desmatamento da América Latina (De Sy *et al.*, 2015).

Na Amazônia brasileira, 60% da terra desmatada tem pastagens como cobertura do solo (Carvalho *et al.*, 2020). No período entre 1985 e 2019, a região Norte do Brasil, que compreende o bioma amazônico, teve a maior variação positiva no número de bovinos e a partir de 2012 apresentou crescimento absoluto de cabeças de gado, superior ao do Centro-Oeste, embora este último ainda tenha o maior contingente destes animais (IBGE, 2020). Rivero *et al.* (2009) verificaram que o coeficiente de correlação entre cabeças de gado e desmatamento é de 0,7345, e que a pecuária explica 54% da variação deste último. Em 2020, a pecuária foi o principal uso do solo em 75% das áreas desmatadas das florestas públicas não destinadas do Brasil (Salomão *et al.*, 2021).

A expansão do desmatamento acompanha o crescimento da demanda por carne bovina, nos mercados interno e externo, e é favorecida pelo baixo preço da terra e melhorias de infraestrutura de transporte na região (Rivero *et al.*, 2009). A pecuária é exercida, na Amazônia Legal, tanto em propriedades pequenas como nas grandes. No entanto, a maior parte do desmatamento é realizada pelos médios e grandes produtores de gado (Carvalho, 2014).

A pecuária também participa indiretamente no desmatamento pela grilagem, que é a apropriação privada ilegal de terras públicas. O deslocamento do gado, para as terras ilegais, permite uma aparência de empreendimento produtivo, ao mesmo tempo que é um capital de baixo risco (MMA, 2006), já que requer baixos níveis de capital, pouco preparo do solo e de restrições de relevo (Rivero *et al.*, 2009). A grande disponibilidade do fator terra na Amazônia desencoraja investimentos em trabalho e capital, tornando a pecuária extensiva na região uma atividade de baixa produtividade e competitividade (Carvalho *et al.*, 2016).

O desmatamento e a pecuária bovina tornam o Brasil o sétimo maior emissor de GEE do mundo. No ano de 2016, do total bruto de 2.278 MtCO₂e (milhões de toneladas de CO₂ equivalente) emitidos pelo Brasil, 51% — ou seja, 1.167 MtCO₂e — foi decorrente de mudanças no uso da terra (WRI, 2017). Logo, é necessário que o setor agropecuário participe de políticas de mitigação de emissões no país. Também é o setor brasileiro que mais se beneficiaria com a atenuação das mudanças climáticas, dada sua dependência do clima e, pela agropecuária ser massivamente extensiva. Além disso, no Brasil, as plantações dependem do regime de chuvas, pois apenas 10% das áreas agrícolas são irrigadas (IBGE, 2020).

As mitigações de emissões pelo lado da oferta, no setor agropecuário, são necessárias, mas requerem avanço tecnológico, investimentos e prazo longo (Pais *et al.*, 2020). As principais estratégias sugeridas pela literatura para reduzir a emissão de GEE por animal são sequestrar carbono pela redução e reversão do desmatamento e restauração de solos degradados; reduzir emissões de metano da fermentação entérica através de melhoria da dieta e digestibilidade dos animais ruminantes; aumentar a proporção de animais monogástricos na produção pecuária, pois têm menor pegada ambiental; aprimorar a gestão do estrume, mitigando emissões de metano e produzindo biogás e; o uso eficiente de fertilizantes para reduzir emissões de óxido nitroso (McMichael *et al.*, 2007). Aumentar a produtividade pecuária com aprimoramento tecnológico em alimentação e nutrição, genética, reprodução e saúde animal também pode contribuir (Gerber e Steinfeld, 2013).

No entanto, mitigar emissões pelo lado da demanda, como sugerida pela ONU (IPCC, 2019), pode ser mais eficiente, com resultados mais rápidos, mais baratos e ajudariam a pressionar a oferta a migrar sua produção para alimentos de menor impacto ambiental.

Estratégias de redução de consumo de carne já participam do debate público em diversos países. O tema atingiu seu pico no ano de 2019, pré-pandemia de COVID-19, mas ganhou força a partir de 2015, com a publicação da OMS sobre a carne vermelha ter potencial cancerígeno. A carne vermelha também está associada com outras doenças crônicas como as doenças cardiovasculares, obesidade e diabetes tipo 2 (Bradbury *et al.*, 2020).

Mesmo com a atual ausência de intervenções formais, os países desenvolvidos já perceberam uma mudança de comportamento alimentar de uma parcela de suas populações. Tanto as questões relacionadas ao meio ambiente, quanto as relacionadas à saúde têm incentivado os indivíduos a reduzir seu consumo de carne (Cordts *et al.*, 2014). A parcela de vegetarianos e veganos (por escolha, não por necessidade) no mundo ainda é percentualmente pequena, mas já chama a atenção do mercado. No entanto, há um novo grupo, que está crescendo muito nos últimos anos: os flexitarianos. Os flexitarianos são aqueles indivíduos que optaram por reduzir seu consumo de carne, sem restringir radicalmente a dieta (Dagevos, 2021).

Ações como a campanha *Meatless Mondays* (Segundas-feiras Sem Carne), adotada por mais de 40 países em 2016, e o movimento *Fridays for Future* (Sextas Pelo Futuro) promovido pela adolescente sueca Greta Thunberg, em 2019, tiveram grande impacto como campanha educacional sobre redução no consumo de carne (Wallis *et al.*, 2021), principalmente na Europa.

Na União Européia, 40% dos indivíduos onívoros reduziram o consumo de carne vermelha. No Reino Unido, houve queda de 17% no consumo diário médio de carne entre 2008 e 2018, e 39% da população reportou ter reduzido sua ingestão de carne. Além disso, a proporção de vegetarianos e veganos na região subiu de 2% em 2008 para 4% em 2018 (Stewart *et al.*, 2021). Também Austrália, Nova Zelândia, Canadá e Estados Unidos já apresentam uma quantidade considerável de flexitarianos (Whitton *et al.*, 2021; Dagevos, 2021).

E é essencial que os países desenvolvidos tenham tomado a liderança neste debate, visto que seu consumo de carne está entre 90 e 120 kg per capita anuais, enquanto a média mundial encontra-se em 43 kg. A queda de consumo de quase 20% ainda é muito pouco comparado à necessidade de redução de 50% a 67%, para manter o nível de consumo dentro das recomendações da OMS, que seriam 25 kg per capita/ano (Pais *et al.*, 2020), e também para aliviar o impacto sobre o meio ambiente, especialmente porque há países que estão aumentando seu consumo. Na Ásia, países como China e Índia, o crescimento da população e da renda per capita têm impulsionado a demanda, após décadas de índices altos de fome e miséria.

Tanto a adesão ampla da população dos países desenvolvidos, quanto o crescimento do consumo na Ásia podem ser explicados pela relação do consumo de carne com a renda e a escolaridade.

Indivíduos com maior renda podem arcar com maiores gastos com carne, e de fato consomem mais carne que os indivíduos com menos condições financeiras, mas de forma não-linear. Vranken *et al.* (2014) verificam, com dados da FAO de 1970 a 2007, para 120 países, que renda per capita e consumo de carne têm uma relação em formato de U invertido. Eles explicam que a elasticidade-renda da demanda de qualidade de meio-ambiente pode ser o motivo.

Já a relação entre educação e queda no consumo de carne é positiva (Vandermoere *et al.*, 2019; Kirbis *et al.*, 2021). Indivíduos com maior escolaridade (a partir do ensino médio completo) são mais abertos à ciência e mais adeptos à busca de novas informações, além de terem maior consciência e preocupação com a própria saúde e a sustentabilidade ambiental (Kirbis *et al.*, 2021). Já indivíduos com apenas educação básica, acreditam que uma dieta à base de plantas não proveria proteína suficiente e faria mal à saúde, mesmo que estudos científicos mostrem evidências positivas da adesão desta dieta (Lea *et al.*, 2006). Estudos brasileiros também identificaram relação positiva

entre educação e hábitos alimentares mais saudáveis, com redução de consumo de carne vermelha (Marinho *et al.*, 2007; Schneider *et al.*, 2014).

De fato, mudar hábitos alimentares não é fácil, principalmente quando atinge o consumo de carne, que está conectado a características culturais, de identidade e até afetivas (Kwasny *et al.*, 2022). “A maioria das pessoas come carne, porque a maioria das pessoas come carne” (Leenaert, 2017). Por ter um fator social tão forte, a mudança de preferências com relação à carne deve ocorrer por mecanismos sociais, inclusive com incentivo do Estado com instrumentos fiscais, informacionais, e comportamentais. Apesar de que, informalmente, as mudanças de dieta já estejam ocorrendo, as adequações das instituições formais continuam pendentes (Vranken *et al.*, 2014).

A queda de consumo voluntário ainda é tímida em relação à necessidade ambiental e o prazo disponível para o cumprimento dos objetivos de sustentabilidade. É indispensável a coordenação do governo na promoção da mudança de hábitos alimentares, principalmente em questões relacionadas a preço (através de impostos e subsídios), divulgação da política e educação nutricional (de Boer *et al.*, 2014).

Na Europa já se discute a introdução do *meat tax*, o imposto sobre a carne, mas tem sido bastante polêmico. Impostos em mercados competitivos geram perda por peso morto, e sua aplicação deve ser bem estudada para reduzi-lo ao máximo. Em uma simulação de imposto sobre carbono na França, os resultados apontaram que taxar apenas a carne vermelha ao invés de todas as carnes proporciona uma redução de dois terços das emissões a um custo mais baixo para o consumidor (Bonnet *et al.*, 2018). No entanto, políticas que provoquem mudança nas preferências dos consumidores parecem ser mais eficientes economicamente e podem utilizar os instrumentos informacionais e comportamentais.

Os instrumentos informacionais incluem a descrição de ingredientes e composição nutricional dos alimentos em seus rótulos, além de selos de certificação, indicando características específicas, como “*cruelty-free*” ou o nível numa escala de emissões de GEE. Campanhas apontando benefícios e malefícios do alimento aos consumidores também são importantes (Bonnet *et al.*, 2020). E campanhas educacionais nas escolas podem influenciar futuros consumidores, sejam crianças ou adolescentes, na formação de seus hábitos alimentares e ainda podem influenciar suas famílias (Pais *et al.*, 2020). Stoll-Kleemann e Schmidt (2017) recomendam o uso de mensagens emocionais e imagens, porque somente conhecimento não é suficiente para uma mudança de dieta.

Os instrumentos comportamentais abrangem os fenômenos psicológicos como dissonância cognitiva, cultura, emoções e moralidade. A campanha *Meatless Mondays* é um exemplo, assim como os movimentos sociais (Bonnet *et al.*, 2020). A aplicação de *nudges* bem desenhados também pode ser efetiva, induzindo o consumidor à escolha que melhor o favoreça (Thaler e Sunstein, 2008). Como por exemplo, em restaurantes, hospitais e cantinas de escolas, oferecer mais opções saudáveis no cardápio, ou a opção vegetariana em destaque (Pais *et al.*, 2020).

Hábitos de consumo são difíceis de mudar, mas uma campanha bem desenhada com um conjunto de componentes informacionais, comportamentais pode auxiliar a acelerar a queda de consumo per capita de carne no país, já que atuam em diminuir a barreira social da mudança de comportamento. O foco inicial pode ser em carne bovina e depois ser ampliado para outros tipos de carne. Alguns pesquisadores já realizaram simulações de mudanças de preferências nos hábitos alimentares na Europa, Estados Unidos, Canadá e mundialmente.

Westhoek *et al.* (2014) examinaram, com um modelo parcial biofísico para os países da União Européia, os efeitos de uma redução de 50% da alimentação baseada em alimentos de origem animal (carnes, ovos e laticínios), por uma dieta à base de plantas. Este nível de redução acomoda uma dieta balanceada, dentro as recomendações nutricionais. Os resultados apontam redução de

40% nas emissões de nitrogênio e de 25% a 40% nas emissões de GEE, 23% menor uso da terra para produção de grãos para alimentação pecuária, além da queda de doenças cardiovasculares na população e melhorias na qualidade da água e do ar. Outra consequência para a região estudada é o aumento de exportações de cereais, que deixarão de ser insumos.

Springmann *et al.* (2015) realizaram uma análise comparativa, com um modelo global com 9 macrorregiões, de mudanças na dieta global, para saúde e para o meio ambiente. Os quatro cenários de dietas simulados representam níveis de transição para dietas à base de plantas. Entre os resultados constam queda de 6% e 10% da mortalidade global e redução de emissões de GEE de 29% a 70%, em relação ao cenário de referência em 2050. Cerca de 65% dos ganhos em economia são fruto de custos diretos com saúde e perda de vidas evitados, 32% por custos indiretos com saúde e 3% são ganhos de produtividade no mercado de trabalho. Os países desenvolvidos têm maior impacto per capita, mas em termos totais os países em desenvolvimento são os maiores beneficiários.

Uma publicação da OCDE e da Organização Pan Americana de Saúde (PAHO), em 2015, apresentou estudos de casos de modelagem para políticas públicas de saúde e entre eles um estudo em EGC (GTAP) sobre a adoção de uma dieta mais saudável no Canadá, que engloba uma redução de 20% no consumo de carne e aumento de 41% e 50% no consumo de laticínios e, frutas e vegetais, respectivamente. A análise considerou o efeito na agricultura e setores alimentícios pela mudança de preferências dos consumidores e demonstrou um impacto positivo na economia canadense e em menor grau, em seus parceiros comerciais como EUA, México, Brasil e Chile, devido ao aumento de exportações.

Dixon e Rimmer (2020) realizaram diversas simulações para verificar os efeitos da redução do consumo de carne bovina nos Estados Unidos, induzida por impostos e por mudança de preferência dos consumidores, em diferentes graus, da carne bovina para outros alimentos ou para produtos alternativos como carne vegetal. Dentre as simulações envolvendo impostos, a arrecadação adicional foi usada no aumento do gasto público ou como retorno ao consumidor com subsídios para demais commodities ou exclusivamente alimentos. Os pesquisadores utilizaram o USAGE-Food, um modelo EGC nacional calibrado para os Estados Unidos, que inclui elasticidade-preço dos alimentos, enfatizando a substituição e 5 níveis de produção e utilidade em estrutura aninhada. Os resultados mostram baixo impacto no PIB, mas tem efeitos setoriais, com mobilidade de capital e emprego. Ocorre queda na produção agropecuária, principalmente nos cenários de aumento de impostos, e queda mais acentuada no setor de carnes processadas, além de aumento de importações de outros alimentos. A queda de consumo de carne bovina induzida por impostos leva à contração de exportações, e a gerada por mudança de preferências afeta a balança comercial dependendo da intensidade de importação dos alimentos substitutos. O estudo mostra que uma política de aumento de impostos sobre a carne bovina gera perda de eficiência, com redução do salário real, o que não ocorre nas políticas de mudança das preferências do consumidor.

Simulações sobre o tema, até onde se sabe, para o Brasil ainda estão ausentes da literatura. Sendo o Brasil um grande produtor, exportador e mercado consumidor de carne bovina, explorar os efeitos de uma possível queda da demanda interna de carne bovina torna-se relevante. Atuar na redução do consumo de carne bovina, hoje consumida em excesso, de acordo com recomendações de saúde, é uma oportunidade de combate às mudanças climáticas, com potenciais benefícios à saúde e bem-estar da população brasileira.

3. METODOLOGIA

O REGIA + (*Inter-Regional General Equilibrium Model for the Brazilian Amazon and Matopiba*) é um modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC), com dinâmica recursiva e módulo de uso da terra para 32 mesorregiões da Amazônia Legal, Matopiba e restante do Brasil. Trata-se da

versão ampliada do modelo REGIA (Carvalho, 2014), o primeiro modelo construído para a economia da Amazônia brasileira com este tipo de desagregação, inicialmente com 30 mesorregiões (Carvalho, 2014). O REGIA é um modelo *bottom-up*, ou seja, multirregional, derivado do modelo australiano TERM (Horridge *et al.*, 2005). O modelo foi calibrado com dados das Contas Nacionais de 2015 e regionalizado segundo procedimento proposto por Horridge (2006) que tem sido utilizado em diversos modelos regionais para o Brasil (Santos, 2006; Fachinello, 2008; Cechin *et al.*, 2021). Possui uma desagregação setorial de 44 atividades econômicas, sendo 14 alimentos.

3.1. Estrutura teórica do REGIA +³

Em cada região, as relações entre oferta e demanda seguem o comportamento otimizador dos agentes, ou seja, as firmas minimizam custos e os consumidores buscam maximizar sua utilidade. O modelo opera com equilíbrio de mercado de todos os bens domésticos e importados, e dos fatores primários (trabalho, capital e terra) de cada região. Os mercados são competitivos, nos quais os preços das firmas, endógenos, se igualam ao seu custo marginal. Os custos de produção estão sujeitos a retornos constantes de escala, e o composto de insumos (dividido entre composto de alimentos e demais insumos) e fatores primários seguem uma função Leontief, ou seja, com coeficientes fixos (vide Figura 1).

A alocação de fatores primários entre setores está sujeita à função de elasticidade constante de substituição (CES), embora o fator terra possa ser alocado apenas nos setores agrícola e pecuária. A CES também rege o composto de insumos usado pelos setores, adotando a elasticidade de Armington (1969), que trata os produtos de origem doméstica (da própria região ou outras regiões do país) e importada como substitutos imperfeitos.

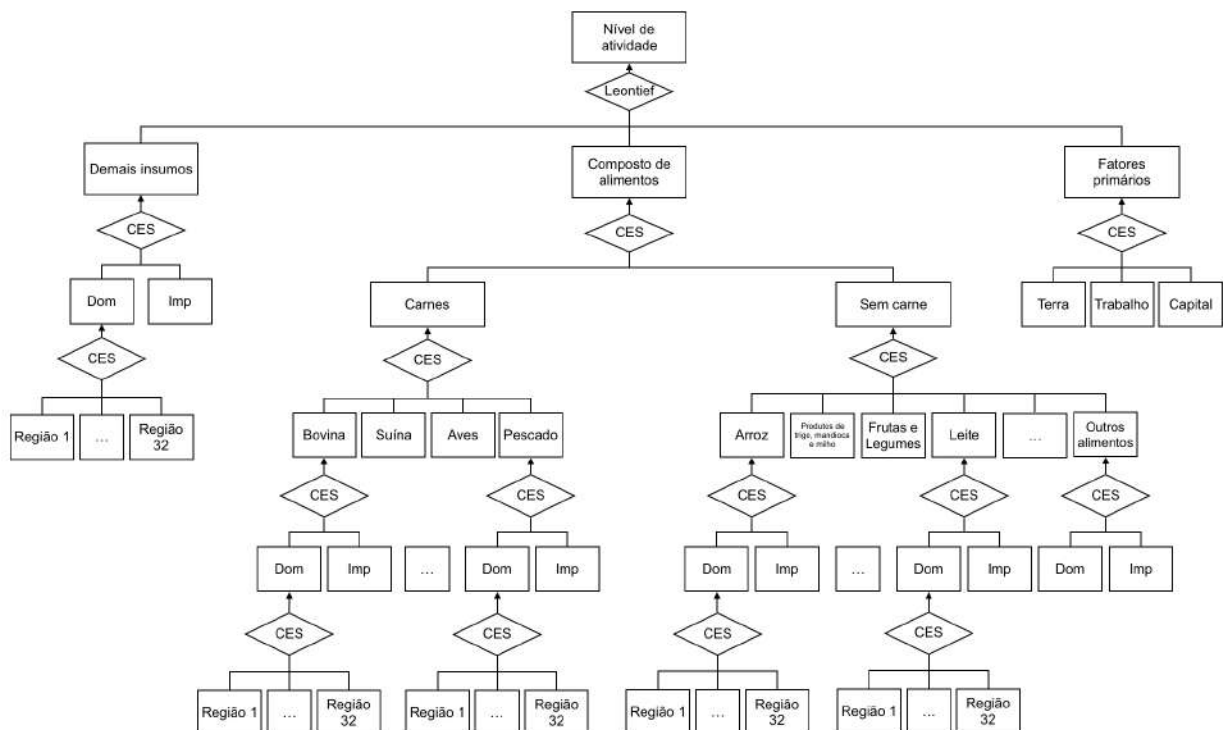


Figura 1 — Estrutura de produção.

Fonte: Elaboração própria. Adaptado de Santos (2006), Magalhães (2013) e Carvalho (2014).

³ Maiores detalhes da estrutura teórica do modelo em Carvalho (2014)

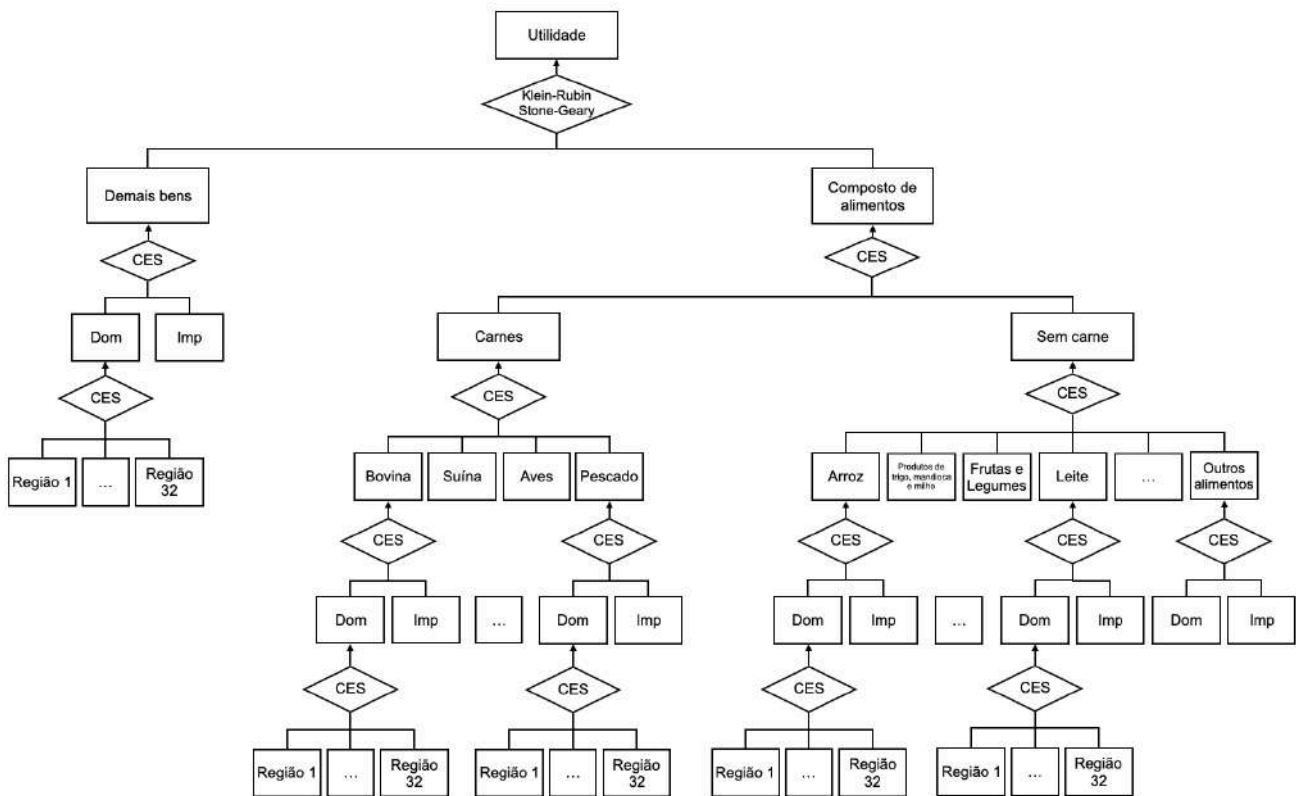


Figura 2 — Estrutura de consumo.

Fonte: Elaboração própria. Adaptado de Santos (2006), Magalhães (2013) e Carvalho (2014).

A tecnologia de produção foi alterada para permitir a substituição imperfeita entre os bens do composto de alimentos. Este composto contém dois grupos: carnes e demais alimentos⁴. Essa modificação visa permitir com que cada indústria possa escolher entre os bens dos dois grupos de acordo com uma função CES, assim como permite a substituição entre os bens de cada grupo. A estrutura de produção adaptada pode ser visualizada na Figura 1.

No fornecimento de bens de uma região à outra, os produtos têm um acréscimo de duas margens, comércio e transporte, a seu valor básico, para formar o preço de entrega. A participação de cada margem no preço depende da combinação da região de origem, da região de destino, do tipo do bem e de sua procedência (doméstica ou importada). As margens podem ser produzidas em regiões distintas ou não daquelas que transacionaram os bens, como por exemplo o transporte utilizado em uma região intermediária a duas outras distantes entre si. A substituição entre os fornecedores das margens também segue a função CES. A demanda por margens é proporcional ao fluxo de mercadorias que as utilizam.

A demanda final é dividida em quatro usuários, sendo eles investidores, famílias, exportações e governo. Há uma família representativa por região, cuja demanda se baseia num sistema de preferências que adota as funções CES e Klein-Rubin. A função CES específica, pela hipótese de Armington, a escolha entre os bens domésticos e importados, enquanto a Klein-Rubin estabelece um nível mínimo de consumo, de subsistência, cujas quantidades mínimas dos bens são adquiridas por qualquer que seja o preço do produto. O restante do orçamento disponível do consumidor é chamado de gasto de luxo e apenas este afeta a utilidade do consumidor. Pelo Sistema Linear de Gastos (LES), no qual o gasto em cada bem é uma função linear dos preços médios (bens

⁴ São 14 commodities, sendo 4 no grupo de carnes (carne bovina, carne suína, aves e pescado) e 10 do grupos de demais alimentos (leite, outros laticínios, açúcar, grutas e legumes, óleos, café, arroz, produtos de trigo, outros alimentos, bebidas)

domésticos e importados) e do dispêndio, os gastos adicionais (de luxo) são uma proporção constante do total de despesas de subsistência.

Assim como na estrutura de produção, a estrutura de consumo das famílias também foi modificada para permitir a substituição entre os bens dentro do composto de alimentos formado por dois grupos (carnes e demais alimentos), segundo uma função CES, conforme Figura 2.

O consumo do governo é exógeno. Os impostos diretos e indiretos sobre as vendas são taxas *ad valorem* sobre os fluxos básicos. A soma dos valores básicos, margens e impostos forma os preços de compra de cada usuário, seja intermediário (produtores) ou final (famílias, governo, exportações e investidores) de cada região.

Como no modelo o Resto do Mundo é exógeno, as curvas de demanda externa são negativamente inclinadas em relação ao preço do mercado internacional, de forma que deslocamentos no preço e na demanda por exportações possibilitam choques nas curvas de demanda. A demanda externa é refletida pela exportação de bens a partir das regiões pelas quais os bens saem do país, ou seja, que possuem portos, mas a especificação por origem do bem permite que o modelo capture os custos de transporte e reporte de forma distinta a região de produção do bem exportado e sua região de exportação.

Por se tratar de um modelo dinâmico, existe um mecanismo de acumulação de capital que vincula os fluxos de investimentos aos estoques de capital. Ocorre também o deslocamento intersetorial dos investimentos, conforme suas taxas de retorno e de depreciação. O crescimento de determinada indústria incorre em uma taxa de retorno superior à taxa de retorno usual, o que atrai os investidores, até que o desvio dessa taxa decorra e ela seja insuficiente para compensar o risco do investimento.

A cada ano que o capital for aplicado a um setor industrial em percentual superior a sua taxa de depreciação, haverá aumento do estoque de capital. Isto faz dos investidores os responsáveis pela formação bruta de capital fixo. Na produção de bens de capital, sujeita à minimização de custos, não são utilizados diretamente nenhum fator primário, mas há demanda por insumos domésticos e importados, sob uma função CES, enquanto a composição do conjunto de insumo segue proporções fixas (Leontief).

O REGIA + também possui um ajuste dinâmico temporal no mercado de trabalho envolvendo variáveis de emprego como o salário real, o emprego atual e o emprego tendencial. Quando o nível de emprego ultrapassa o crescimento tendencial, o salário real aumenta. No entanto, no longo prazo, o nível de emprego se ajusta até convergir novamente ao emprego tendencial (Carvalho et al., 2020).

O modelo possui um módulo de uso da terra que permite a conversão entre diferentes usos dentro de cada região. A terra é um fator primário que pode ser utilizada em áreas de lavoura, pasto, floresta plantada ou floresta natural (e demais usos). O fator terra pode ser alocado entre os diferentes setores agrícolas de acordo com os diferenciais de remuneração dentro de cada uso. Assim, a demanda por terra no modelo responde às variações da remuneração do fator em cada setor. Pelo lado da oferta, tem-se a conversão entre os diferentes usos, em que o processo de conversão é controlado por meio de uma matriz de transição que representa as possibilidades de conversão da terra entre o ano t e o ano $t+1$. A matriz representa a mobilidade da terra entre os usos, indicando as possibilidades de transformação dos diferentes usos da terra (Carvalho e Domingues, 2016)⁵.

⁵ Maiores detalhes sobre o módulo de uso da terra podem ser encontrados em Carvalho e Domingues (2016) e Carvalho et al. (2017).

O modelo também calcula os agregados macroeconômicos e indicadores, como: a) PIB do lado do dispêndio e do lado da renda; b) Saldo Comercial; c) Índices de preços de consumo das famílias, do investimento, das exportações, das importações e do PIB (deflator implícito); d) Agregações de fatores primários (capital, trabalho e terra); e) Decomposições das vendas (uso intermediário e final); e f) Decomposições do PIB (lado da renda e do dispêndio). Estes dados são importantes para a explicação dos resultados das simulações.

3.2. Base de dados

O REGIA + foi calibrado no âmbito do NEDUR⁶ com dados das Contas Nacionais de 2015 e desagregado regionalmente segundo o procedimento proposto por Horridge (2016) e adaptado para o Brasil, conforme desenvolvido em Carvalho (2014).

A matriz de transição de uso da terra foi atualizada com dados de satélite do Terra Class (2012 e 2014) do INPE⁷ e Censos Agropecuários do IBGE (2006 e 2017). Também foi atualizado com dados sobre o desmatamento até o ano de 2021⁸. O modelo contém 44 indústrias e 44 commodities, com desagregação em 14 setores agropecuários, 14 setores alimentícios, 6 setores industriais e 10 setores de serviços.

Em relação ao modelo REGIA original (Carvalho *et al.*, 2016; Carvalho *et al.*, 2017), o REGIA + apresenta, adicionalmente, em sua desagregação regional, as mesorregiões do Matopiba, antes pertencentes ao restante do Brasil. Para este estudo, serão consideradas 32 regiões conforme apresentado na Figura 3.

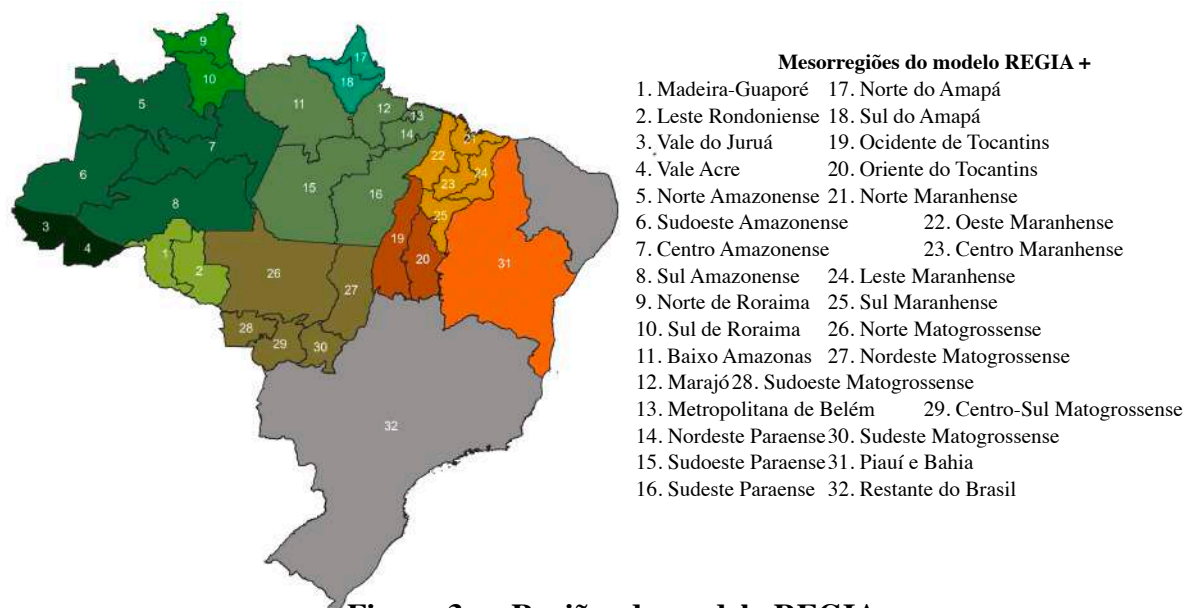


Figura 3 — Regiões do modelo REGIA +.
 Fonte: Elaboração própria. Adaptado de Carvalho (2014).

⁶ Núcleo de Estudos em Desenvolvimento Urbano e Regional da Universidade Federal do Paraná

⁷ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

⁸ Dados do PRODES/INPE por município por ano.

O Matopiba é uma região relevante para estudos de mudanças do uso da terra por ser uma fronteira agrícola importante para o Brasil. Fornece quase 10% da produção de grãos do país, e tem como culturas principais a soja, o milho e o algodão. Embora as áreas de pastagens tenham se reduzido gradualmente a partir de 1980, em 2015 cerca de 17% da produção desta região era de bovinos (INPUT, 2017).

A região compreende áreas do Cerrado nos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, que apresentam condições geográficas ideais para o cultivo de grãos. Seu nome é um acrônimo destes estados. A delimitação do Matopiba foi oficializada em decreto presidencial, em 2015 (EMBRAPA, 2019).

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil, e a agropecuária já ocupa 44,2% de seu território. A região do Matopiba tem concentrado cerca de 60% do desmatamento sofrido pelo bioma. O bioma ainda possui 54,5% de seu território coberto por vegetação nativa, sendo que 44% encontra-se justamente no Matopiba, o que acentua a tensão entre produção agrícola e proteção ambiental (IPAM, 2022).

Com o objetivo de analisar interações entre o consumo de carne bovina e mudanças do uso da terra, as modificações na estrutura teórica do modelo REGIA + realizadas para permitir a substituição imperfeita entre os alimentos requerem dados de elasticidade-preço da demanda.

Para isso, foram utilizadas as elasticidades-preço calculadas pelo método de Dois Estágios do Sistema de Demanda Quase Ideal (AIDS), com dados da POF 2008-2009 por Dassow *et al.* (2015).

3.3. Estratégias de simulação

O primeiro passo é construir um cenário de referência (*business as usual*), em que a economia segue uma trajetória de crescimento, que é dividido em duas partes. Na primeira, os dados macroeconômicos nacionais são atualizados de 2016 a 2021 conforme dados das Contas Nacionais, assim como os dados de desmatamento por região. De 2022 a 2030, a economia nacional segue um crescimento de 2% ao ano do PIB.

A partir deste cenário de referência, será construído um cenário de redução de 10% no consumo de carne bovina por mudança de preferências desta carne para outros alimentos em geral, inclusive outros tipos de carne (como a de aves, suínos e peixes). Esta mudança de preferências pode ocorrer naturalmente no Brasil, seguindo uma possível elevação na adesão de dietas alternativas, ou mesmo ser incentivada por campanhas nacionais, com divulgação de informações e estratégias comportamentais.

Embora a necessidade de redução da demanda de carne bovina seja de 40% para satisfazer a recomendação da OMS, um choque de tamanha magnitude não é plausível, visto que as preferências de dieta, fortemente vinculadas à cultura, não mudariam tão rapidamente. Futuras análises podem considerar um choque de 40% distribuído ao longo de tempo mais longo. De qualquer modo, este exercício vai fornecer resultados interessantes que poderão subsidiar futuras discussões a respeito dos impactos econômicos e ambientais de uma mudança no consumo de carne em direção ao que é considerado mais saudável pela OMS.

Se uma mudança dos hábitos alimentares tiver sucesso em reduzir o consumo de carne bovina no Brasil, a queda desta demanda terá repercussões na economia. Além disso, o modelo permite visualizar impactos dessa redução sobre o uso da terra, e consequentemente sobre o desmatamento na Amazônia e Matopiba. Os resultados deste cenário são dados como desvio (em

variação percentual acumulada) em relação ao cenário de referência (em que a economia segue uma trajetória de crescimento sem nenhuma alteração nas preferências).

A figura 4 apresenta os mecanismos de transmissão do modelo frente ao choque de política. A mudança de preferências provoca a redução de consumo de carne bovina, que acarreta uma redução na demanda de insumos da pecuária bovina, afetando negativamente o nível de atividade deste setor, e conseqüentemente, diminuindo sua necessidade pelo fator terra, o que pode provocar uma desaceleração do desmatamento já que a primeira conversão da floresta natural se dá para o uso da terra como pasto.

Ao mesmo tempo, as preferências dos consumidores se deslocam para outros alimentos, em substituição da demanda, interferindo no nível de atividades dos demais setores agrícolas, que a depender da remuneração dos fatores, podem capturar insumos e fatores primários da pecuária bovina.

As regiões que tem maior participação da pecuária bovina em sua estrutura de produção podem sofrer efeitos econômicos negativos. Enquanto isso, a redução da demanda interna pode reduzir o preço da carne bovina e favorecer um aumento da demanda externa por esta commodity.

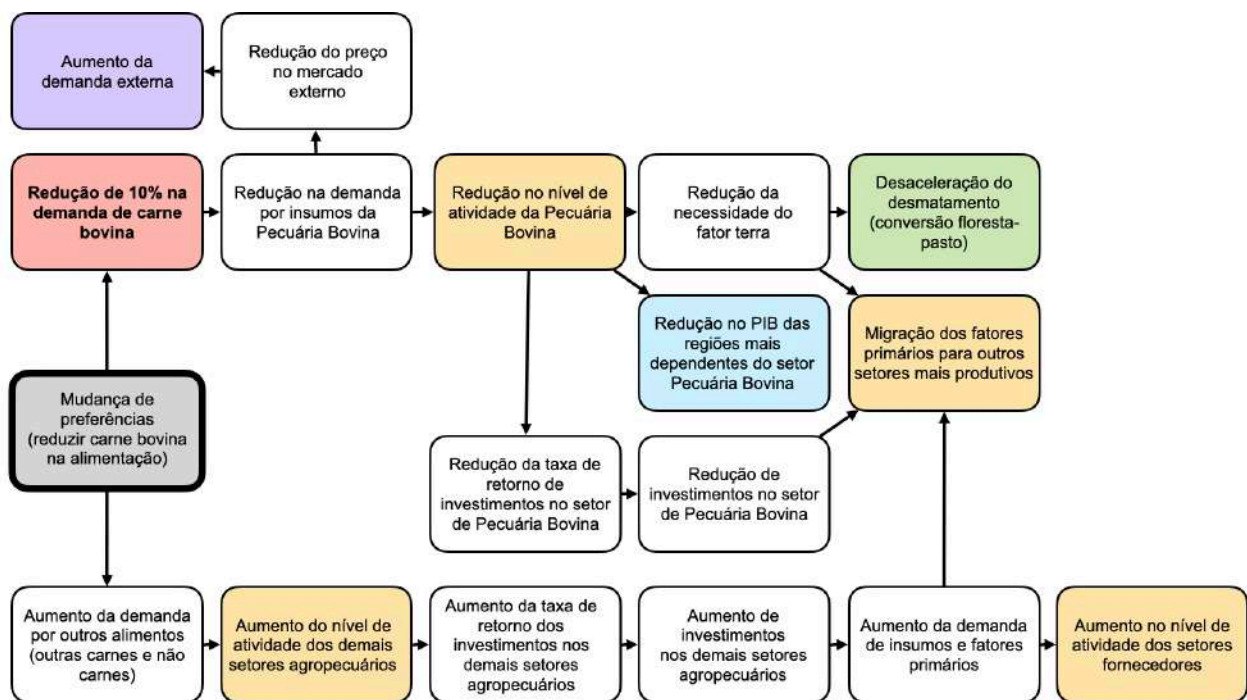


Figura 4 — Mecanismo de transmissão do modelo.

Fonte: Elaboração própria.

4. RESULTADOS

Os resultados da simulação são apresentados como desvios (em variação % acumulada) em relação à trajetória de referência, na qual a economia seguiria sua tendência natural. Ao aplicar um choque de mudança de preferências dos consumidores, gerando uma redução na demanda das famílias por carne bovina em 10%, tem-se um efeito negativo direto neste setor enquanto outros setores da economia sofreriam impactos indiretamente via cadeia produtiva.

4.1. Resultados setoriais

A queda da demanda das famílias por carne bovina impacta diretamente neste setor, contribuindo para uma redução do seu nível de atividade (em 6,73%) no acumulado em 2030 em relação a sua tendência de crescimento no cenário base, conforme apresentado na Tabela 1. Inicialmente, os demais setores alimentícios de origem animal (outras carnes e laticínios) apresentam crescimento no nível de atividade, resultado que está atrelado ao maior consumo de outros alimentos, devido ao efeito substituição na alimentação em decorrência das mudanças nas preferências das famílias.

Nota-se que a produção de outros laticínios, carne de aves e pescado se destacam em 2022, porém apresentam um efeito acumulado negativo em 2030 (com exceção do pescado). Isso acontece porque inicialmente a substituição da demanda por estes outros alimentos pressiona o preço dos mesmos, elevando o retorno dos investimentos nestes setores, gerando uma ampliação de suas atividades. Com o passar do tempo, a maior demanda por fatores gera uma queda nas taxas de retorno, levando a uma redução dos investimentos e conseqüentemente do nível de atividade desses setores. O oposto acontece com alimentos como açúcar, conservas, óleos e arroz e seus derivados. Além disso, nota-se que os setores de alimentos que usam mais insumos do setor de carne bovina se beneficiam mais inicialmente pela queda nos custos de produção provocada pela redução de seu preço.

Tabela 1 – Resultados da produção setorial no Brasil em var. % acumulada para 2022 e 2030

Setores	2022	2030	Setores	2022	2030
Arroz, trigo e outros cereais	-0,00	0,14	Conservas de frutas e legumes	-0,21	0,31
Milho em grão	0,03	-0,01	Óleos e gorduras vegetais	-0,23	-0,21
Algodão herbáceo e outras fibras	0,12	0,35	Cafê beneficiado	-0,29	0,36
Cana-de-açúcar	0,04	0,20	Arroz beneficiado e derivados	-0,24	0,37
Soja em grão	0,04	0,24	Derivados do trigo, mandioca e milho	-0,39	-0,01
Outros da lavoura	0,09	0,44	Outros Alimentos	-0,42	-0,09
Laranja	-0,06	0,12	Bebidas	-0,17	0,27
Cafê em grão	0,03	0,29	Têxtil, vestuário e calçados	0,30	0,26
Bovinos	-0,75	-2,50	Madeira, papel e celulose	0,05	-0,02
Leite de vaca e outros animais	-0,33	-2,00	Combustíveis	0,12	0,10
Suínos	-1,04	-3,33	Químicos e outros	0,09	0,04
Aves e ovos	-0,15	-1,66	Outras indústrias	0,13	0,10
Exploração Florestal e Silvicultura	0,09	0,12	Energia e Água	0,08	0,13
Pesca	0,01	0,06	Construção	0,01	0,07
Indústria Extrativa	0,07	0,08	Comércio	-0,09	-0,18
Carne bovina	-5,05	-6,73	Transportes	0,04	-0,00
Carne suína	0,65	-0,86	Alojamento	0,19	0,10
Carne de aves	1,29	-0,16	Alimentação	0,28	0,33
Pescado	1,25	0,06	Administração Pública	-0,01	-0,01
Leite resfriado	0,57	-1,16	Saúde Pública	-0,01	-0,01
Outros de laticínios	1,96	-0,26	Saúde Privada	0,20	0,30
Açúcar	-0,09	0,17	Outros serviços	0,11	0,19

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da simulação

A redução no nível de atividade do setor de carne bovina impacta negativamente nos setores pecuários, já que este é o seu maior fornecedor de insumos. O maior impacto acontece no acumulado de 2030, já que a redução inicial da demanda reduz a atratividade e os investimentos, contribuindo para uma redução do nível de atividade ao longo do tempo. Os setores de lavoura, por sua vez, apresentam impacto positivo, embora inferior a 0,5%.

Os demais setores da economia se beneficiam, primeiramente porque a parcela do orçamento das famílias antes usada no consumo de carne bovina direciona-se aos demais bens. O maior impacto positivo acontece no setor de alimentação (0,33% no acumulado em 2030), visto que a queda da demanda das famílias reduziu o preço da carne bovina, diminuindo o custo de produção dessa atividade. No entanto, o comércio é afetado negativamente (0,18%) já que a carne bovina representa 3,8% da margem total de comércio.

4.2. Resultados macroeconômicos regionais

As regiões com grande produção nos setores de carne bovina e da pecuária são as mais impactadas de forma negativa, embora o impacto seja relativamente pequeno, ele é bastante heterogêneo. O mapa na Figura 5 apresenta a variação no PIB regional em 2030 (variação % acumulada em relação ao cenário de referência). As regiões mais afetadas negativamente foram o Sul de Roraima, Sudoeste do Pará, Vale Juruá, Sul do Amazonas, Norte do Amapá e Norte do Mato Grosso, com redução de 1,19%, 0,70%, 0,66%, 0,65%, 0,62% e 0,50%, respectivamente. Embora as algumas delas sejam regiões menores, têm na pecuária uma elevada importância relativa no total produzido. Já o Norte do Mato Grosso é uma região que possui maior relevância na produção nacional de carne bovina e também na pecuária.

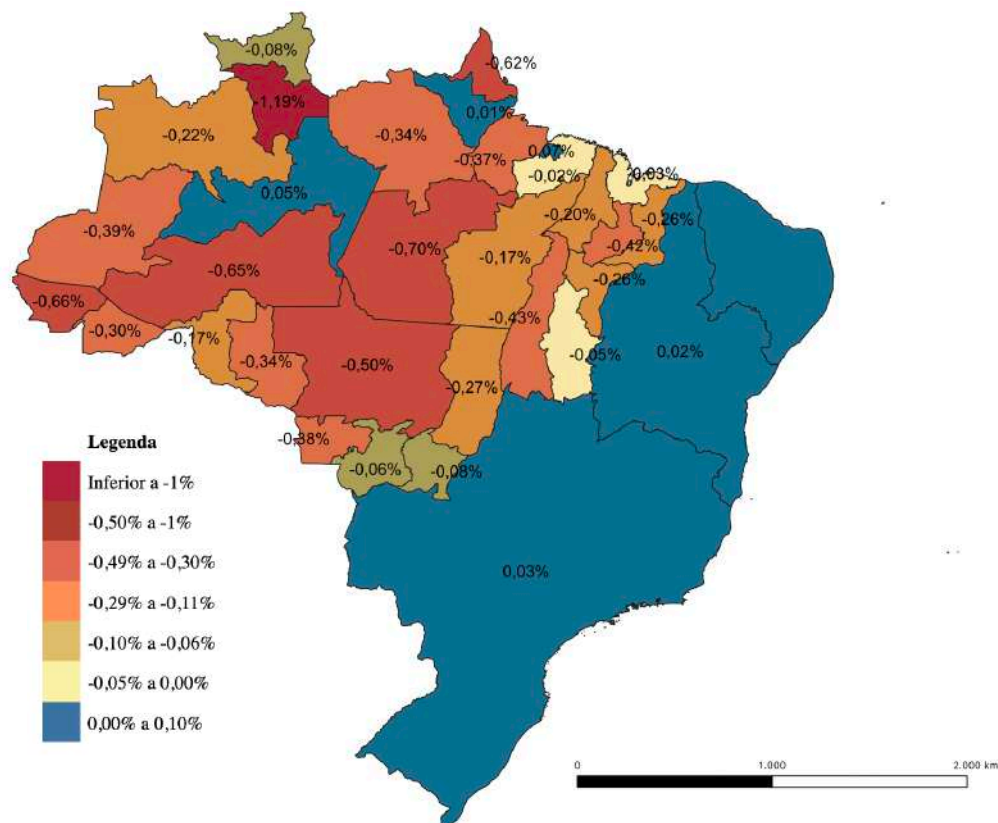


Figura 5 — Desvios do PIB real das regiões da Amazônia, Matopiba e restante do Brasil

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados do modelo REGIA +.

Algumas regiões apresentam pequenos acréscimos no PIB, embora o resultado seja quase nulo. Mas nota-se que são regiões que possuem maior diversidade produtiva, como as regiões mais agregadas (PIBA e restante do Brasil), assim como Norte do Maranhão, Metropolitana de Belém e Centro do Amazonas que são mais industrializadas. As regiões que apresentam resultado positivo são mais industrializadas e produtos agropecuários e de alimentação têm participação menor em seus portfólios, sendo favorecidas pelo aumento de atividades dos demais setores da economia.

4.3. Resultados macroeconômicos nacionais

Analisando os dados macroeconômicos nacionais, apresentados na Tabela 2, é possível verificar que o impacto econômico de uma política de mudança de preferência dos consumidores para redução no consumo de carne bovina é praticamente nulo. Observa-se que os maiores impactos acontecem nos investimentos e nas exportações. Esse resultado se deve ao efeito substituição que impulsiona outros setores de atividade da economia por causa da redução do setor de carne bovina, principalmente. E o efeito positivo sobre as exportações ocorre pela queda dos preços devido à redução de demanda neste setor, tornando os produtos domésticos relativamente mais baratos.

Tabela 2 – Resultados acumulados em 2030 (em var. cenário de referência)

Indicador	2030
PIB real	0,02
Consumo das Famílias	0,00
Investimento	0,07
Gastos do Governo	-0,01
Exportações	0,06
Importações	0,02

Macroeconômicos Nacionais no (%) como desvio em relação ao

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da simulação

4.4. Resultados do Uso da Terra

A redução das atividades de pecuária em decorrência da queda da demanda por carne bovina faz com que aconteça uma diminuição da área de pasto relativamente ao cenário base. Por causa da redução da atividade, é necessária uma área menor na sua produção, com queda de 17.901 km², se somar a área de todas as regiões da Amazônia e Matopiba, conforme Tabela 3. Contudo, apesar dessa redução de área de pasto, observa-se um aumento da área de lavoura em 1.438 km² em 2030, em relação ao cenário de referência. Isso acontece porque os produtos da lavoura ficaram mais atrativos nesta simulação, e o crescimento dessas atividades levou a um aumento da área utilizada nesses cultivos.

Tabela 3 – Áreas de Lavoura e Pasto em km² – no acumulado 2030

Região	UF	Lavoura	Pasto	Região	UF	Lavoura	Pasto
Madeira Guaporé	RO	10,92	-842,05	Norde do Amapá	AP	0,31	-86,43
Leste Rondoniense	RO	28,56	-419,21	Sul do Amapá	AP	0,53	-106,69
Vale Juruá	AC	2,01	-192,29	Ocidental de Tocantins	TO	65,80	-575,57
Vale Acre	AC	6,00	-347,12	Oriental de Tocantins	TO	32,44	-568,43
Norte Amazonense	AM	-0,48	-2,76	Norte Maranhense	MA	16,27	-183,10
Sudoeste Amazonense	AM	-1,86	-56,31	Oeste Maranhense	MA	20,36	-307,51
Centro Amazonense	AM	-0,63	-211,81	Centro Maranhense	MA	17,38	-339,39
Sul Amazonense	Am	1,65	-1037,82	Leste Maranhense	MA	16,10	-331,64
Norte de Roraima	RR	2,01	-242,45	Sul Maranhense	MA	43,44	-408,62
Sul de Roraima	RR	1,17	-259,48	Piauí e Bahia	-	488,86	-3041,52
Baixo Amazonas	PA	4,78	-549,90	Norte do Mato Grosso	MT	349,18	-2190,86
Marajó	PA	8,26	-307,29	Nordeste do Mato Grosso	MT	108,14	-942,94
Metropolitana de Belém	PA	0,52	-3,19	Sudoeste do Mato Grosso	MT	25,04	-246,55
Nordeste Paraense	PA	24,53	-147,91	Centro-Sul do Mato Grosso	MT	16,02	-633,00
Sudoeste Paraense	PA	19,25	-2027,99	Sudeste do Mato Grosso	MT	87,76	-314,22
Sudeste Paraense	PA	43,99	-977,68	Restante do Brasil	-	2020,96	-6525,69
Total (Amazônia + Matopiba)						1438,31	-17901,73

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da simulação

Ainda assim, observa-se que essa mudança de preferências levaria a uma redução do desmatamento em 16.463 km², que equivale a uma área dez vezes maior que o município de São Paulo. A Figura 6 demonstra o desmatamento evitado por região. A região que apresenta a maior redução de desmatamento é o Norte do Mato Grosso, total de 1.841 km², seguida pelas regiões Centro e Nordeste do Mato Grosso e Sudeste do Pará, que demarcam o chamado Arco do Desmatamento. No Matopiba, a região PIBA se destaca por ter maior extensão de terra agregada, mas ao somar a área preservada das mesorregiões de cada um dos 4 estados que a compreendem, verifica-se que cada estado contribui com 1/4 da área preservada, cerca de 1.250 km² cada um. No restante do Brasil também ocorre a redução de pasto, mas com conversão mais expressiva para lavoura.

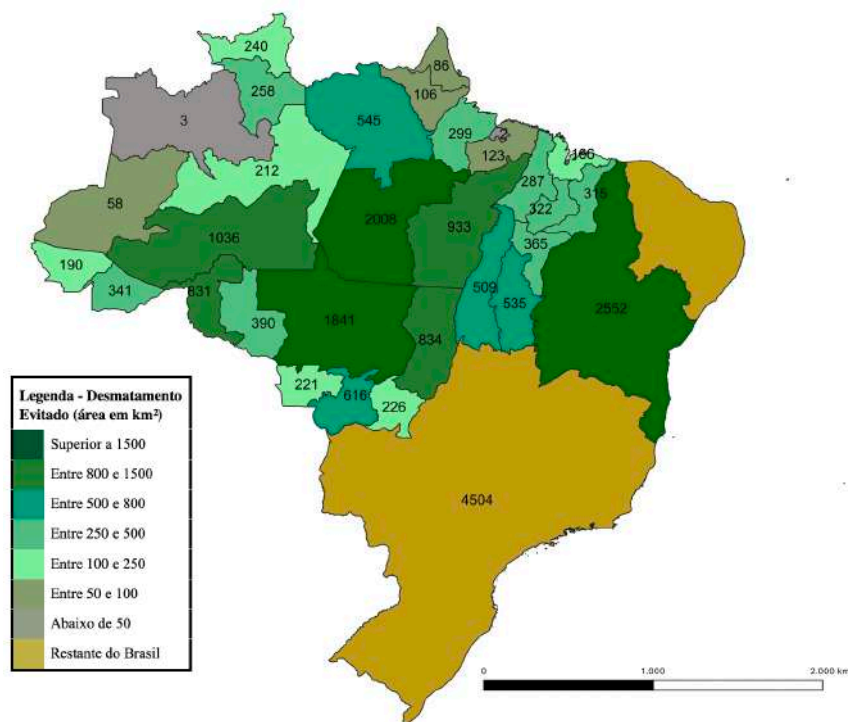


Figura 6 - Desmatamento evitado (área em km²)

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados do modelo REGIA +.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo é uma tentativa inicial de identificar os efeitos de uma possível redução do consumo de carne bovina na economia e no desmatamento da Amazônia e Matopiba. Como demonstram os resultados, uma política de redução de consumo de carne bovina por meio da mudança de preferências dos consumidores desestimulara a atividade pecuária. Então o nível de atividade deste setor cai e desincentiva a conversão floresta-pasto, desacelerando o desmatamento. Para uma redução de 10% na demanda por carne bovina, o impacto econômico nacional é praticamente nulo. No entanto, algumas regiões mais dependentes da pecuária bovina podem apresentar um resultado negativo no PIB e, por isso, os efeitos regionais são mais heterogêneos.

Trabalhos futuros podem tentar avaliar os efeitos dessas mudanças de preferências de forma mais coerente com a necessidade de redução de 40% de ingestão de carne bovina, atendendo à recomendação da OMS. Contudo, uma mudança maior provavelmente necessitaria de uma maior distribuição dessa redução ao longo do tempo, já que hábitos alimentares levam algum tempo para mudar. Além disso, pretende-se incluir os efeitos desses cenários em relação as emissões de CO₂.

Outra opção complementar para esta discussão seria a simulação de uma política fiscal que atue em reduzir a demanda por carne bovina no Brasil, para avaliar seus efeitos econômicos e ambientais comparativamente com este cenário de mudança de preferências. Apesar da carne bovina ser um alimento de alto valor nutricional, seu excesso deve ser evitado já que sua produção gera externalidades negativas, seja na saúde ou no meio ambiente via desmatamento e emissões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARMINGTON, P. S. A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production. *Staff Papers (International Monetary Fund)* 16, no. 1, p. 159–78, 1969
- BONNET, C.; BOUAMRA-MECHEMACHE, Z.; REQUILLART, V.; TREICH, N. Viewpoint: Regulating meat consumption to improve health, the environment and animal welfare? *Food Policy*, vol. 97, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2020.101847>.
- BRADBURY, K.E.; MURPHY, N.; KEY, T.J. Diet and colorectal cancer in UK Biobank: a prospective study, *International Journal of Epidemiology*, vol. 49, n. 1, p. 246-258, 2020.
- CARVALHO, R.; de AGUIAR, A.P.D.; AMARAL, S. Diversity of cattle raising systems and its effects over forest regrowth in a core region of cattle production in the Brazilian Amazon. *Reg Environ Change*, vol. 20, p. 44, 2020, <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01626-5>.
- CARVALHO, T. S. Uso do Solo e Desmatamento nas Regiões da Amazônia Legal Brasileira: condicionantes econômicos e impactos de políticas públicas, 2014, 219 p. (Tese de Doutorado). Belo Horizonte: Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar) Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.
- 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, n. 2, pp. 585-621, 2016.
- CARVALHO, T.S.; MAGALHAES, A.S.; DOMINGUES, E.P. Desmatamento e a contribuição econômica da floresta na Amazônia. *Estud. Econ.*, São Paulo, vol. 46, n. 2, p. 499-531, abr.-jun. 2016. <https://doi.org/10.1590/0101-416146288tae>
- CARVALHO, T. S. ; DOMINGUES, E. P. ; HORRIDGE, M. J. Controlling deforestation in the Brazilian Amazon: Regional economic impacts and land-use change. *Land Use Policy*, v. 64, p. 327-341, 2017.

CARVALHO, T.S.; SOUZA, K.B.; DOMINGUES, E.P. Commodities demand growth and its impacts on deforestation and CO2 emissions in the Brazilian Amazon region *23rd Annual Conference on Global Economic Analysis*, 2020. Disponível em: https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/res_display.asp?RecordID=6026.

CASSIDY, E.S.; WEST, P.C.; GERBER, J.S.; FOLEY, J.A. Redefining agricultural yields: from tonnes to people nourished per hectare. *Environmental Research Letters*, vol. 8, n. 3, 034015, 2013.

CECHIN, A.; ANDRADE, G.; RIBEIRO, F. Impactos regionais e setoriais da redução das tarifas de importação no Brasil, 2021.

CLARK, M.; TILMAN, D. Comparative analysis of environmental impacts of agricultural production systems, agricultural input efficiency, and food choice. *Environmental Research Letters*, vol. 12, n. 6, 2017, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa6cd5>.

CORDTS, A., NITZKO, S., SPILLER, A. Consumer Response to Negative Information on Meat Consumption in Germany. *International Food and Agribusiness Management Review*, 17. 83-106, 2014.

DAGEVOS, H. Finding flexitarians: Current studies on meat eaters and meat reducers. *Trends in Food Science & Technology*, vol. 114, p. 530–539, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.06.021>.

DASSOW, C. ; SAMPAIO, G. R. ; FARIA, A. M. M. . Substitutibilidade entre alimentos proteicos: estimando as mudanças no consumo de proteínas de origem animal e vegetal no Brasil no período 2002-2008. *43º Encontro Nacional de Economia*, ANPEC, Florianópolis, 2015.

DE BOER, J. SCHOSLER, H.; AIKING, H. “Meatless days” or “less but better”? Exploring strategies to adapt Western meat consumption to health and sustainability challenges. *Appetite*, vol. 76, p. 120– 128, 2014, <https://doi.org/10.1016/j.appet.2014.02.002>.

DE SY, V.; HEROLD, M.; ACRAD, F.; BEUCHLE, R.; CLEVERS, J.G.P.W.; LINDQUIST, E.; VERCHOT, L.V. Land use patterns and related carbon losses following deforestation in South America. *Environmental Research Letters*, 10(12), 124004, 2015.

DIXON, P.; RIMMER, M.; MASON-D’CROZ, D. Computable General Equilibrium Simulations of the Effects on the U.S. Economy of Reductions in Beef Consumption, 2020.

EMBRAPA, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-matopiba/sobre-o-tema>. Acesso em 06 jun 2022.

FEARNSIDE, P.M. Deforestation of the Brazilian Amazon. *Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science*. Oxford University Press, Nova York, Estados Unidos, 2017, <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199389414.013.102>.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). FAOSTATS Online Database, 2017. Disponível em <https://http://www.fao.org/faostat/en/#data>

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Livestock Statistics: Concepts, Definitions and Classifications. 2021. Disponível em <http://www.fao.org/economic/the-statistics-division-ess/methodology/methodology-systems/livestock-statistics-concepts-definitions-and-classifications/en/>. Acesso em 07 abril 2022.

GERBER, P.; STEINFELD, H.; HENDERSON, B.; MOTTET, A.; OPIO, C.; DIJKMAN, J. Tackling climate change through livestock – a global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, 2013.

GODFRAY, H. CHARLES J., et al. "Meat consumption, health, and the environment." *Science* 361.6399, eaam5324, 2018.

HEDENUS, F.; WIRSENIUS, S.; JOHANSSON, D. The importance of reduced meat and dairy consumption for meeting stringent climate change targets. *Climatic Change*. 124. 79-91, 2014.

HORRIDGE, J. M. et al. The Impact of the 2002-2003 Drought on Australia. *Journal of Policy Modeling*, v. 27, n. 3, 2005/4, p. 285-308, 2005.

Horrigde, M., 2006. Preparing a TERM bottom-up regional database. Preliminary Draft. Centre of Policy Studies, Monash University.

IINSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE), outubro de 2013. Coordenadoria Geral Observação da Terra Programa Amazônia – Projeto Prodes. Metodologia para o Cálculo da Taxa Anual de Desmatamento na Amazônia Legal.

INPUT - Iniciativa para o Uso da Terra, 2017. Disponível em: <https://www.inputbrasil.org/regioes/matopiba/>. Acesso em 06 jun 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Pecuária Municipal, 2020, <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2020>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Agropecuário, 2017, <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=73093>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Agropecuário, 2006, <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=750>

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems, 2019.

IPAM, 2022. Disponível em: <https://ipam.org.br/matopiba-bate-recorde-historico-de-desmatamento-no-cerrado/>. Acesso em 06 jun 2022.

KIRBIS, A.; LAMOT, M.; JAVORNIK, M. The Role of Education in Sustainable Dietary Patterns in Slovenia. *Sustainability*, vol. 13, 13036, 2021, <https://doi.org/10.3390/su132313036>.

KWASNY, T.; DOBRRNIG, K.; RIEFLER, P. Towards reduced meat consumption: A systematic literature review of intervention effectiveness, 2001–2019. *Appetite*, 105739, 2021.

LEA E.J., CRAWFOR, D., WORSLEY, A. Consumers' readiness to eat a plant-based diet. *Eur J Clin Nutr*, vol. 60(3), p. 342-51, 2006. doi: 10.1038/sj.ejcn.1602320. PMID: 16278691.

LEENART, T.; MULLEE, A.; VERMEIRE, L.; VANAELST, B.; MULLIE, P.; DERIEMAERKER, P.; HENAUW, S.; DUNNE, A.; GUNTER, M.J.; CLARYS, P.; HUYBRECHTS, I. Vegetarianism and meat consumption: A comparison of attitudes and beliefs between vegetarian, semi-vegetarian, and omnivorous subjects in Belgium. *Appetite*, vol. 114, p. 299-305, 2017, <https://doi.org/10.1016/j.appet.2017.03.052>.

MAGALHÃES, A.S. Economia de baixo carbono no Brasil: alternativas de políticas e custos de redução de emissões de gases de efeito estufa (Tese), Departamento de Ciências Econômicas/ Cedeplar, UFMG, Belo Horizonte, 2013.

MARINHO, M.C.S.; HAMANN, E.M.; LIMA, A.C.C.F. Práticas e mudanças no comportamento alimentar na população de Brasília, Distrito Federal, Brasil. *Rev Brasileira de Saúde Materno Infantil*, vol. 7(3), p. 251-261, 2007.

MCMICHAEL, A.J.; POWLES, J.W.; BUTLER, C.D; UAU, R, Food, livestock production, energy, climate change, and health. *The Lancet*, vol. 370, p. 1253–1263, 2007.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). A grilagem de terras públicas na Amazônia brasileira /Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia – IPAM, Brasília, 2006.

MOLDEN, D.; OWEIS, T.Y.; STEDUTO, P.; KIJINE, J.W.; HANJRA, M.A.; BINDRABAN, P.S., et al. Pathways for increasing agricultural water productivity. Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture, Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture, Earthscan/ International Water Management Institute, London/ Colombo, 2007.

PAIS, D. F.; MARQUES, A.C.; FUINHAS, J.A. Reducing Meat Consumption to Mitigate Climate Change and Promote Health: but Is It Good for the Economy? *Environmental Modeling & Assessment*, 25, 793–807, 2020, <https://doi.org/10.1007/s10666-020-09710-0>.

PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION (PAHO). Applying Modeling to Improve Health and Economic Policy Decisions in the Americas: The Case of Noncommunicable Diseases. Washington, Estados Unidos, 2015.

POORE, J.; NEMECEK, T. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*, vol. 360 (6392), p. 987–992, 2018, <https://doi.org/10.1126/science.aaq0216>.

RIVERO, S.; ALMEIDA, O.; AVILA, S.; OLIVEIRA, W. Pecuária e Desmatamento: Uma Análise das Principais Causas Diretas do Desmatamento na Amazônia. *Nova Economia*, vol. 19, n. 1, p. 41-66, 2009.

SALOMÃO, C.S.C., STABILE, M.C.C., SOUZA, L., ALENCAR, A., CASTRO, I., GUYOT, C., MOUTINHO, P. Amazônia em Chamas - desmatamento, fogo e pecuária em terras públicas: nota técnica n. 8., Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, Brasília, 2021.

SANTOS, C. V. Política tributária, nível de atividade econômica e bem-estar: lições de um modelo de equilíbrio geral inter-regional, 2006, 140 p. (Tese de Doutorado). São Paulo: Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2006.

SCHNEIDER, B.C.; DURO, S.M.S.; ASSUNCAO, M.C.F. Meat consumption by adults in southern Brazil: a population-based study. *Ciênc. saúde coletiva*, vol.19, n.8, p. 3583-3592, 2014, <https://doi.org/10.1590/1413-81232014198.11702013>.

SPRINGMANN, M.; GODFRAY, C.; RAYNER, M.; SCARBOROUGH, P. Analysis and valuation of the health and climate change cobenefits of dietary change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 113, e. 201523119, 2016, <https://doi.org/10.1073/pnas.1523119113>.

STEWART, C.; PIERNAS, C.; COOK, B.; JEBB, S.A. Trends in UK meat consumption: analysis of data from years 1–11 (2008–09 to 2018–19) of the National Diet and Nutrition Survey rolling programme. *The Lancet Planet Health*, 5, e699–e708, 2021.

STOLL-KLEEMANN, S.; SCHMIDT, U.J. Reducing meat consumption in developed and transition countries to counter climate change and biodiversity loss: A review of influence factors. *Regional Environmental Change*, vol. 17, p. 1261–1277, 2017.

TAPPC (True Animal Protein Price Coalition), 2021. Disponível em: <https://www.tappcoalition.eu/nieuws/16831/increasing-number-of-countries-start-taxing-meat-and-dairy->. Acesso em: 13 jul 2022.

THALER, R. H., & SUNSTEIN, C. R. Nudge: Improving decisions about health, wealth, and happiness. *Yale University Press*, 2008.

TILMAN, D.; CLARK, M. Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature*, vol. 515, p. 518–22, 2014, <https://doi.org/10.1038/nature13959>.

VANDERMOERE, F.; GEERTS, R.; DE BACKER, C.; ERREYGERS, S.; VAN DOORSLAER, E. Meat Consumption and Vegaphobia: An Exploration of the Characteristics of Meat Eaters, Vegaphobes, and Their Social Environment. *Sustainability*, vol. 11, e. 3936, 2019.

VRANKEN, L.; AVERMAETE, T.; PETALIOS, D.; MATHIJS, E. Curbing global meat consumption: emerging evidence of a second nutrition transition. *Environmental Science and Policy*, vol. 39, p. 1–12, 2014, <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2014.02.009>.

WALLIS, H.; LOY, L.S. What drives pro-environmental activism of young people? A survey study on the Fridays For Future movement. *Journal of Environmental Psychology*, vol. 74, 101581, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2021.101581>.

WESTHOEK, H.; LESSCHEN, J.P.; ROOD,T.; WAGNER, S.; DE MARCO, A.; MURPHY-BOKERN, D.; LEIP, A.; VAN GRINSVEN, H. SUTTON, M.A. OENEMA, O. Food choices, health and environment: Effects of cutting Europe's meat and dairy intake. *Global Environmental Change*, vol. 26, p. 196-205, 2014, <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.02.004>.

WHITTON, C.; BOGUEVA, D.; MARINOVA, D.; PHILLIPS, C.J.C. Are We Approaching Peak Meat Consumption? Analysis of Meat Consumption from 2000 to 2019 in 35 Countries and Its Relationship to Gross Domestic Product. *Animals*, vol. 11, e. 3466, 2021, <https://doi.org/10.3390/ani11123466>

WILLET,W.; ROCKSTROM,J.; LOKEN, B.; SPRINGMANN, M. et al. Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems, *The Lancet*, Volume 393, Issue 10170, p.p 447-492, 2019.

WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI), 2017. Disponível em: <http://www.wri.org/blog/2017/10/global-tree-cover-loss-rose-51-percent-2016>> Acesso em 04 de maio de 2022.