

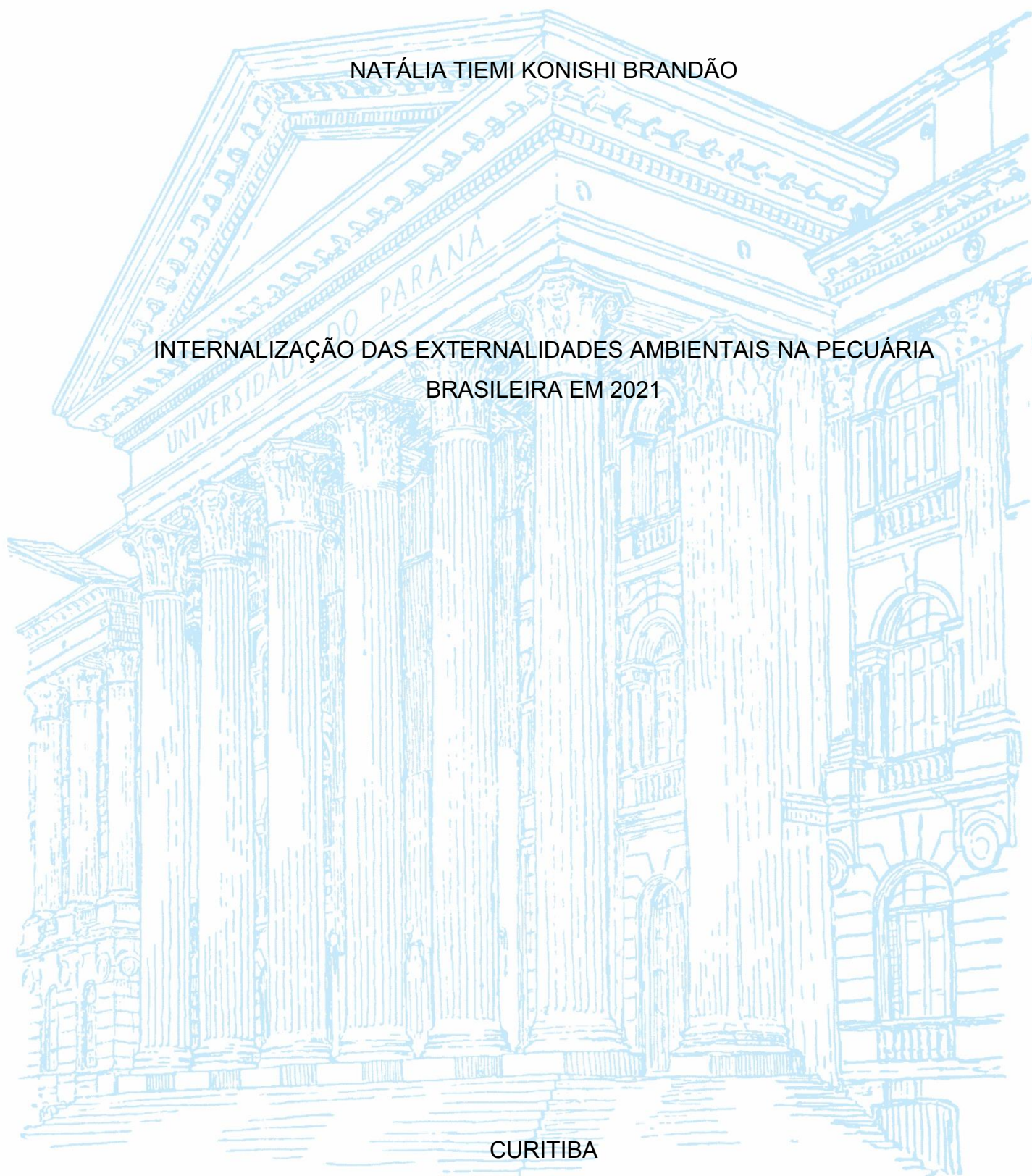
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

NATÁLIA TIEMI KONISHI BRANDÃO

INTERNALIZAÇÃO DAS EXTERNALIDADES AMBIENTAIS NA PECUÁRIA
BRASILEIRA EM 2021

CURITIBA

2023



NATÁLIA TIEMI KONISHI BRANDÃO

INTERNALIZAÇÃO DAS EXTERNALIDADES AMBIENTAIS NA PECUÁRIA
BRASILEIRA EM 2021

Monografia apresentada ao curso de Ciências Econômicas, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Professor: Júnior Ruiz Garcia

CURITIBA

2023

Dedico este trabalho ao meu avô Rubens (*In Memoriam*), por ser o maior exemplo de um ser humano íntegro e com compaixão pelo próximo. Obrigada por me apoiar em todas as minhas escolhas e me proporcionar as melhores lembranças da infância.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço ao meu coelho Summer, pela companhia durante meus anos formativos assim como no decorrer da maior parte do curso. Obrigada pelo amor incondicional e por despertar meu interesse no meio ambiente, sem você este trabalho não seria possível.

Agradeço aos meus avós maternos e paternos, por mostrarem pelo exemplo a importância da educação e pela presença e ensinamentos no decorrer da minha criação. Agradeço aos meus pais, pelo apoio no decorrer do curso.

Agradeço também os amigos que me acompanharam durante o curso e tornaram a experiência muito mais agradável.

Por fim, agradeço aos professores por compartilharem seus ensinamentos, em especial o meu orientador, pelo apoio e paciência no decorrer da elaboração deste trabalho.

RESUMO

O presente trabalho de monografia, propõe a internalização das externalidades ambientais decorrentes dos impactos ambientais associados a pecuária no Brasil, para o ano de 2021, devido a importância da discussão de como incluir o meio ambiente na tomada de decisões. Essa análise foi realizada a partir da apresentação de meios de valoração dos recursos naturais advindos da economia ambiental, escolha dos métodos de valoração de preços de mercado e de custo social do carbono, levantamento de dados de emissão para o setor de gado de corte no ano de 2021 e estimação do incremento no preço da carne após internalização das externalidades. A partir do estudo realizado, foi possível destacar a relevância da pecuária na parcela de emissões de gases de efeito estufa (GEE) do país, assim como fornecer estimativas do incremento no preço da carne sob duas metodologias de valoração diferentes. Contudo, também foi possível observar a necessidade de aprofundamento sobre o tópico para discussão de aplicações da internalização.

Palavras-chave: Valoração. Externalidades Ambientais. Internalização. Pecuária. Meio Ambiente.

ABSTRACT

The present thesis proposes the internalization of environmental externalities resulting from the environmental impacts associated with livestock farming in Brazil for the year 2021, due to the importance of discussing how to include the environment in decision-making processes. This analysis was carried out through the presentation of means of valuing natural resources derived from environmental economics, the selection of methods for valuing market prices and the social cost of carbon, the collection of emission data for the beef cattle sector in 2021, and the estimation of the increase in meat prices after internalizing the externalities. Based on the conducted study, it was possible to highlight the relevance of livestock farming in the country's greenhouse gas emissions, as well as provide estimates of the increase in meat prices under two different valuation methodologies. However, it was also observed that further research is needed to discuss the applications of internalization.

Keywords: Valuation. Environmental Externalities. Internalization. Livestock Farming. Environment.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 INTERNALIZAÇÃO DAS EXTERNALIDADES AMBIENTAIS	12
2.1 ECONOMIA, FALHAS DE MERCADO E O MEIO AMBIENTE	12
2.2 MÉTODOS PARA A INTERNALIZAÇÃO DAS EXTERNALIDADES AMBIENTAIS.....	15
2.2.1 Métodos Indiretos	17
2.2.2 Métodos Diretos.....	19
3 MATERIAIS E MÉTODOS	21
3.1 ESTRATÉGIA METODOLÓGICA	21
3.2 BASE DE DADOS	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1 PANORAMA DO SETOR DE CARNE BOVINA BRASILEIRO	27
4.2 IMPACTOS AMBIENTAIS DO SETOR DE CARNE BOVINA	29
4.3 A INTERNALIZAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DO SETOR DE CARNE BOVINA.....	30
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	33

1 INTRODUÇÃO

Com o surgimento da espécie humana os sistemas naturais vêm sofrendo alterações. Porém, a partir da Revolução Industrial, iniciou-se o uso intensivo de combustíveis fósseis e da terra como depósito de substâncias químicas nocivas, o impacto ao meio ambiente se tornou cada vez mais elevado (GARCIA, 2013). Na teoria econômica convencional, o ecossistema é considerado um sistema ilimitado, ou seja, a expansão econômica não poderia ser limitada pelo meio ambiente (GARCIA, 2013).

Tradicionalmente na economia, os mercados conseguem alocar os recursos, de maneira geral, de forma eficiente, utilizando os preços como instrumento para condução da atividade econômica. Porém nas situações em que o mercado não consegue alocá-los da melhor maneira, ocorre as chamadas falhas de mercado. Os recursos naturais são considerados como uma falha de mercado e não são precificados, ou seja, sua importância não é revelada no mercado (MANKIW, 2013). A Economia Ambiental tem como objetivo correlacionar o ecossistema e a economia, e procura internalizar as externalidades ambientais por meio de instrumentos que indiquem os “preços” dos recursos naturais avaliados (GARCIA, 2013).

O impacto ambiental causado pela pecuária, devido a demanda de consumo de carne, vem sendo apontada como uma das atividades que mais impactam o meio ambiente. Somente no Brasil, em 2021, havia 224 milhões de cabeças de gado sendo o Mato Grosso seu maior produtor (IBGE, 2021). A produção de gado brasileira é feita pelo sistema extensivo, que se caracteriza pelo baixo investimento em formação e manutenção da pastagem (ZEN *et al.*, 2008). O uso desse sistema pode gerar degradação do ecossistema, visto que há baixo investimento e baixa produtividade das áreas agrícolas e nesses casos ocorre a expansão da fronteira agrícola e desmatamento dos habitats naturais, o que ameaça biomas como o Cerrado e Amazônia (ZEN *et al.*, 2008). Também pode causar a degradação do solo devido a erosão e poluição dos recursos hídricos por conta dos dejetos que podem ser carregados para os leitos dos rios. Por fim, as emissões de gases estufa (GEE), tanto pelo desmatamento quanto pela liberação de metano no rumem do animal, são caracterizados como a externalidade negativa que mais impacta o meio ambiente na atividade pecuária (ZEN *et al.*, 2008).

O presente trabalho tem como problema de pesquisa: “como incluir os impactos ambientais para auxiliar na precificação da carne bovina no Brasil?”. Para tal, o objetivo geral é utilizar os métodos de valoração de recursos naturais para considerar o impacto ambiental na precificação da carne bovina. Os objetivos específicos são: levantar dados da emissão de carbono na produção de carne bovina; estimar com base nos métodos de valoração de recursos naturais o impacto ambiental da produção de carne bovina; analisar resultados da internalização das externalidades ambientais para a produção de carne bovina.

O trabalho está organizado da seguinte maneira: o primeiro capítulo de introdução; o segundo capítulo apresenta a base teórica e discorre sobre os diversos métodos de internalizar as externalidades ambientais; o terceiro capítulo apresenta os materiais e métodos utilizados na internalização das externalidades; o quarto capítulo apresenta resultados e discussão e por último as considerações finais

2 INTERNALIZAÇÃO DAS EXTERNALIDADES AMBIENTAIS

Nas últimas décadas, o meio ambiente se tornou um tema que é cada vez mais levado em consideração na tomada de decisões, à medida que as pessoas estão mudando seus padrões de consumo para incorporar a responsabilidade ambiental. Porém, boa parte dos serviços ecossistêmicos se constituem de bens públicos, ou seja, não possuem preço; nesses casos a economia os trata como falhas de mercado e procura corrigi-los (MAY, 2010).

Sendo assim, primeiramente foi realizada uma breve revisão de literatura da economia tradicional, dos bens e serviços ecossistêmicos e as externalidades ambientais. Já a segunda subseção trata de como a economia ambiental busca compreender as falhas de mercado que surgem quando as interações econômicas afetam negativamente o meio ambiente e métodos de internalizar as externalidades ambientais.

Dessa forma o objetivo deste capítulo é tratar de duas questões centrais: como a economia lida com as falhas de mercado com ênfase nas falhas relacionadas ao meio ambiente assim como explicar o que são e como são realizados os métodos de valoração dos recursos naturais.

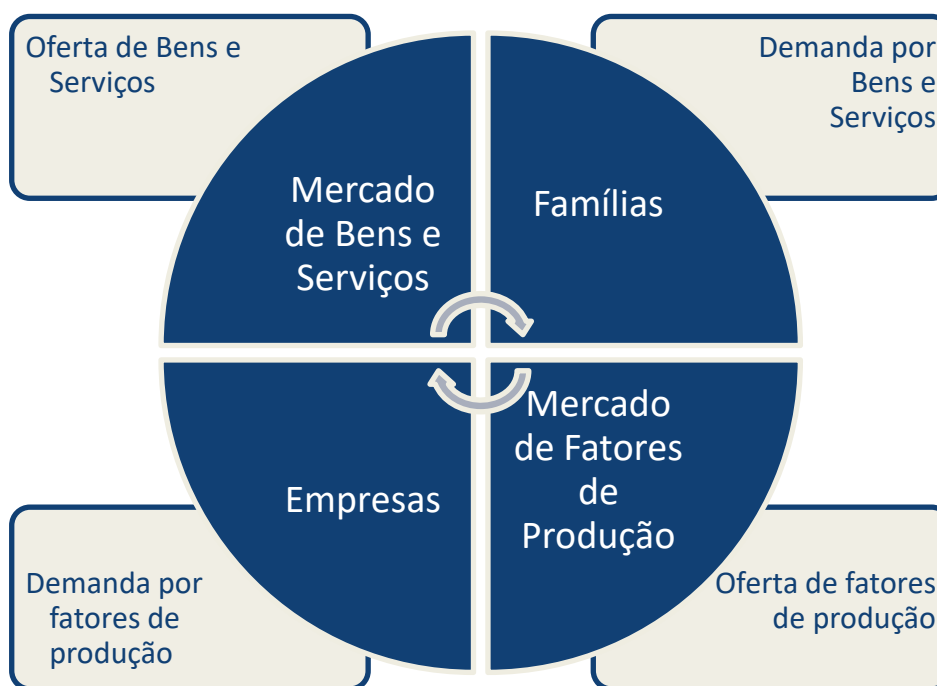
2.1 ECONOMIA, FALHAS DE MERCADO E O MEIO AMBIENTE

A Economia¹ é uma ciência social que estuda a forma como a sociedade administra os recursos escassos, ou seja, a maneira que a sociedade emprega os recursos produtivos para a distribuição entre seus diversos grupos a fim de satisfazer as diversas necessidades humanas (VASCONCELLOS; GARCIA, 2015).

Conforme figura abaixo, pode-se observar o fluxo de bens e serviços, que demonstra que na Economia há um fluxo circular onde as famílias e as empresas são os tomadores de decisões a partir da oferta e demanda por bens e serviços assim como a oferta e demanda de fatores de produção.

¹ O uso do termo “Economia” pode ter dois significados: Economia como campo de conhecimento, ou seja, a ciência que estuda os processos de produção, distribuição e consumo de bens e serviços; e Economia como sistema econômico, que é composto por pessoas, instituições e como elas se relacionam com os recursos.

FIGURA 1 – FLUXO DE BENS E SERVIÇOS



FONTE: adaptado de SOUZA (2021).

Os bens e serviços são produzidos pelas empresas e as famílias consomem todos os bens e serviços. As famílias demandam bens e serviços e em contrapartida as empresas os ofertam, as decisões de como é feita a alocação dos recursos escassos para produção e consumo de bens e serviços são, na maioria dos países, tomadas de forma descentralizada pelas famílias que compõem cada nação na chamada economia de mercado (MANKIW, 2013).

Em uma economia de mercado os recursos são alocados por meio das decisões descentralizadas de famílias e empresas que interagem entre si. De forma geral, os mercados são uma boa maneira de alocação dos recursos, onde os preços são o instrumento pelo qual a atividade econômica é conduzida. Os preços se ajustam para direcionar a oferta e demanda de bens e serviços, e por meio deles alcançar um equilíbrio onde, em muitos casos, o bem-estar da sociedade é maximizado como um todo (MANKIW, 2013).

Os bens ofertados podem ser separados entre bens públicos e privados, onde os bens públicos são definidos por não serem excludentes e não rivais ao consumo, por exemplo, estradas sem pedágio, que ao serem usadas não excluem outros de

usufruírem e não podem ser vendidas. Já os bens privados são excludentes e rivais. São os bens disponíveis no mercado, ou seja, ao pagar por ele outros não irão usufruir mais e ele se torna propriedade do pagador (FERNANDEZ, 2014).

Apesar de eficiente, há situações em que o mercado não é capaz de alocar os recursos da melhor maneira, denominadas falhas de mercado. Possíveis situações em que esse fenômeno ocorre é o poder de mercado, onde uma pessoa ou um pequeno grupo é capaz de influenciar o preço de mercado e a quantidade movimentada de forma significativa, tais como monopólio e oligopólio. Outro exemplo de falha de mercado são os bens públicos, por exemplo, os recursos naturais, que não são precificados (MANKIW, 2013).

A partir da análise econômica das falhas de mercado se tem as informações que auxiliam na formulação de políticas econômicas que procuram corrigi-las, pois essas falhas fazem com que o sistema de preços não funcione de maneira eficiente (KRUGMAN, 2006).

Para Marco Vasconcellos e Manuel Garcia,

As externalidades (ou economias externas) podem ser definidas como as alterações de custos e benefícios para a sociedade derivadas da produção das empresas. Podem também ser vistas como as alterações de custos e receitas da empresa devidas a fatores externos (VASCONCELLOS; GARCIA, 2015, p. 84).

Externalidades podem ser separadas em positivas, onde uma unidade econômica gera benefício para outra sem ser compensada por isso; e em negativas, onde uma unidade econômica gera custo a outra sem arcar com esse custo. Sendo assim, externalidades mostram a separação entre o conceito de custo privado, que é o custo efetivo como valor do investimento, e o custo social, em que se avalia também as externalidades geradas nas tomadas de decisões (VASCONCELLOS; GARCIA, 2015).

Na externalidade negativa, o agente considera somente o custo marginal privado (CMg) ao produzir ou consumir, ou seja, não considera o custo marginal externo (CME); nesse caso são os impactos de emissão de gases de efeito estufa (GEE) associados a produção ou ao consumo. A soma de ambos é denominada de custo marginal social (CMS), sendo assim, $CMg < CMS$ e, portanto, implica na subestimação dos custos de produção (WEYDMANN, 2005). A externalidade

aprofundada nesse trabalho são as externalidades ambientais, por exemplo, a agropecuária tem como externalidade negativa a emissão de gases de efeito estufa (GEE) e desmatamento.

Como somente o custo privado de produção é considerado, o equilíbrio de mercado é ineficiente, já que o consumidor atribui um valor inferior ao produto por não internalizar o custo social total (MANKIW, 2013). Como externalidades negativas geram malefício à população, é preciso que haja alteração dos incentivos e assim as pessoas consigam considerar seus efeitos, que no momento são invisíveis. Para isso, existem métodos de internalização das externalidades ambientais.

2.2 MÉTODOS PARA A INTERNALIZAÇÃO DAS EXTERNALIDADES AMBIENTAIS

A teoria neoclássica trouxe a economia ambiental como resposta à economia tradicional, com o objetivo de correlacionar o ecossistema com a economia, onde a fonte de insumos e a assimilação de dejetos, que compõem os serviços ecossistêmicos, são considerados para o crescimento econômico. Há duas abordagens na economia ambiental: a Teoria da Poluição e a dos Recursos Naturais (GARCIA, 2013).

A Teoria da Poluição ou Economia da Poluição é baseada no *Welfare Economics*, desenvolvido por Pigou em 1920. O foco dela é o meio ambiente, um bem público, como receptor de rejeitos. Considera a poluição como externalidade negativa, com isso, procura entender os danos causados pela poluição, assim como o custo-benefício na adoção de mecanismos para seu controle (ANDRADE, 2008). Já a Teoria dos Recursos Naturais ou Economia dos Recursos Naturais considera o meio ambiente como provedor de recursos. Essa teoria procura encontrar o padrão ótimo de uso dos recursos naturais, qual o manejo ideal de recursos renováveis e a taxa ótima de utilização dos não renováveis (ANDRADE, 2008).

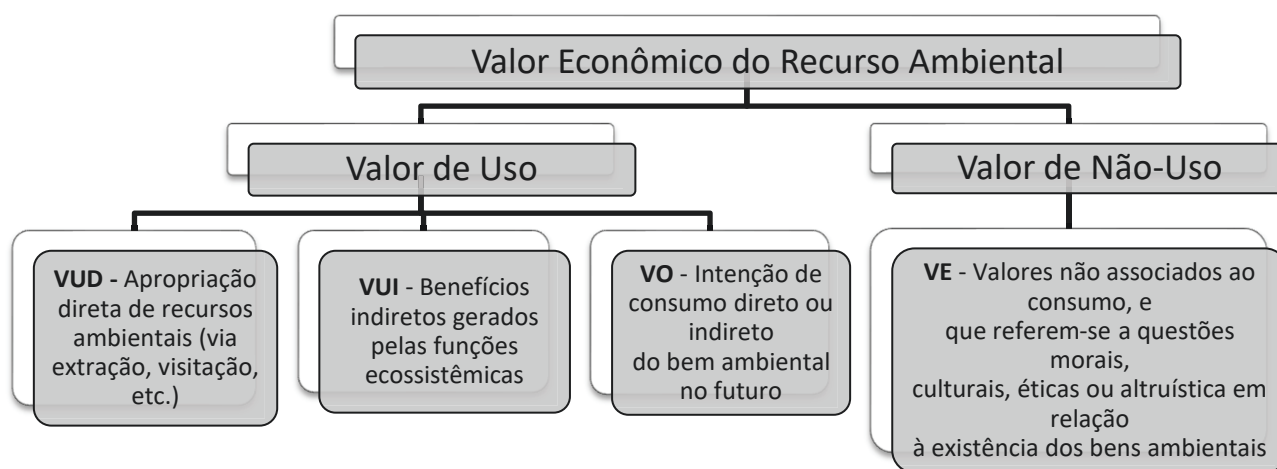
A proposta da Economia Ambiental para encontrar um ponto de equilíbrio, já considerando o ecossistema, é adotar instrumentos que indiquem os “preços” desses bens e serviços ecossistêmicos; assim como a criação de mercados ambientais, que constituem de um mercado de bens e serviços ambientais. Esses instrumentos se

apoiam em fundamentos da microeconomia clássica, os quais buscam valorar os recursos naturais (GARCIA, 2013).

Serviços ecossistêmicos são benefícios dos ecossistemas que a sociedade pode obter de forma indireta ou direta, como por exemplo o ciclo da água e a regulação do clima (TÔSTO, PEREIRA, MANGABEIRA, 2012). Já serviços ambientais constituem das atividades humanas que contribuem para a recuperação, melhoria e manejo dos serviços ecossistêmicos, ou seja, a sociedade pode realizar serviços ambientais para contribuir com o seu manejo, mas não pode realizar serviços ecossistêmicos, pois eles são feitos somente pela natureza (TÔSTO, PEREIRA, MANGABEIRA, 2012).

O valor econômico dos recursos ambientais (VERA) é composto por valor de uso direto (VUD), valor de uso indireto (VUI), valor de opção (VO) e valor de existência (VE) (Figura 2).

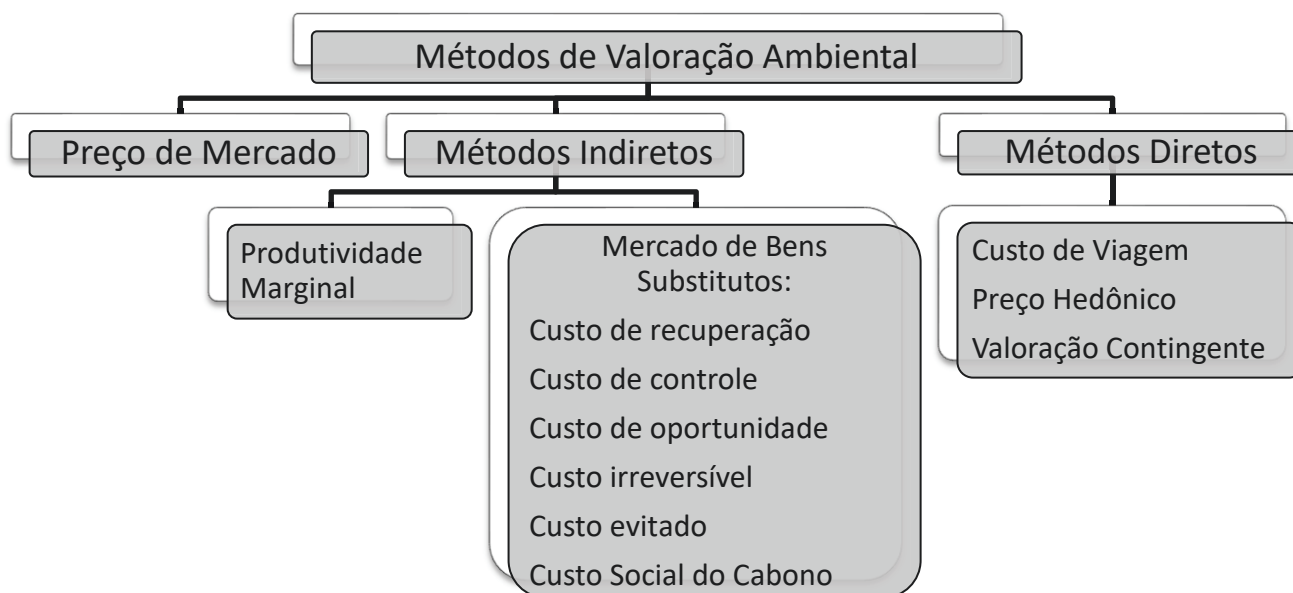
FIGURA 2 – TIPOS DE VALORES ECONÔMICOS DO RECURSO AMBIENTAL



FONTE: Adaptado de MAIA, ROMEIRO E REYDON (2004).

É possível classificar os métodos de valoração em diretos e indiretos, sendo os diretos obtidos através da disposição do indivíduo a pagar por certo bem ou serviço, ou seja, pelas suas preferências (Figura 3). Já os métodos indiretos recuperam o valor desses bens ou serviços ambientais por meio da alteração de preço do produto em decorrência do impacto ambiental (MAIA, ROMEIRO, REYDON, 2004).

FIGURA 3 – MÉTODOS DE VALORAÇÃO AMBIENTAL.



FONTE: Adaptado de GARCIA (2013).

A figura acima mostra a organização dos diferentes métodos de valoração pela separação de métodos diretos e indiretos. Tendo como métodos indiretos a produtividade marginal e o mercado de bens substitutos que se dividem em custo de recuperação, custo de controle, custo de oportunidade, custo irreversível e custo evitado. Já os métodos diretos se dividem em custo de viagem, preço hedônico e valoração contingente.

2.2.1 Métodos Indiretos

O método de preço de mercado é considerado um método mais tradicional de valoração, por utilizar de um preço já existente no mercado, como por exemplo o preço de créditos de carbono.

O método de produtividade marginal utiliza outro produto, que já possui preço definido no mercado, para estimar a quantidade ou qualidade de um recurso

ambiental, ou seja, utiliza um produto já precificado para atribuir importância ao uso do meio ambiente. (MAIA, ROMEIRO, REYDON, 2004)

No âmbito do meio ambiente, o método de produção sacrificada é associado aos riscos ambientais para a saúde humana, partindo da teoria do capital humano, que supõe que uma vida perdida causa um custo de oportunidade para a sociedade no qual essa vida estava inserida. Nesse caso, a morte que ocorreu de forma prematura representa a renda perdida. Também pode ser considerado em casos em que o indivíduo tem a saúde afetada e precisa sair do mercado de trabalho, ou seja, se faz uma aproximação dos danos à saúde, causados pelo impacto ambiental, por meio da produção sacrificada no mercado de trabalho (MAY, 2010).

Bens substitutos são aqueles que tipicamente são usados no lugar do outro, onde o aumento do preço de um faz com que a demanda do outro aumente e vice-versa (MANKIW, 2013). A analogia com esse mercado de bens substitutos visa facilitar a estimação do ativo ambiental, ao entender que o consumidor não perde bem-estar ao consumir o bem substituto em detrimento do bem consumido anteriormente (MAY, 2010).

O método do custo de recuperação ou custo de reposição consiste em estimar o custo de restauração dos recursos ambientais deteriorados de maneira que a qualidade ambiental inicial seja reestabelecida. O método utiliza o custo da restauração, e possivelmente o custo social, como aproximação do bem-estar relacionado ao recurso ambiental valorado. Por não precisar de muitos dados, e ser mais barato por não ter pesquisa de campo, esse método é considerado de fácil aplicação (MAY, 2010).

O método do custo de controle estima os recursos por meio dos custos de controle com danos ambientais, ou seja, visa evitar a perda de qualidade ambiental do valor de uso de bens e serviços (SOUZA, 2010).

O método de custo de oportunidade mensura a perda de renda devido as restrições de produção e consumo devido a escolha de preservar os recursos ambientais, nesse caso o método utilizado para estimar a renda sacrificada devido a restrição da atividade econômica. Ele permite comparar o custo de oportunidade com os benefícios ambientais advindo da proteção do meio ambiente em uma análise de custo-benefício (MOTTA, 1997).

O método do custo irreversível é utilizado quando se entende que é irrecuperável a despesa realizada no meio ambiente, do ponto de vista econômico não

é viável para auxiliar na tomada de decisões empresariais, visto que em atividades da iniciativa privada tem-se o pressuposto de geração de lucro. Considerando esses pontos, esse método é utilizado do ponto de vista de gestão empresarial e pelos agentes públicos com interesse em recompor ambientes degradados (MAY, 2010).

O método do custo evitado é usado para estimar, com base nos bens substitutos, o que seria desembolsado pela sociedade de maneira defensiva ou preventiva para se evitar perda ou danos nas características ambientais (MAIA, ROMEIRO, REYDON, 2004).

O método do custo social do carbono define o custo econômico associado com a mudança climática que uma tonelada a mais de CO₂ emitida na atmosfera proporciona (RICK *et al*, 2018).

2.2.2 Métodos Diretos

O método de valoração contingente conta com questionários, onde são colocados cenários de mudança do recurso ambiental e a disposição para os envolvidos a pagar para evitar a mudança de qualidade e/ou quantidade do recurso natural. Possui vieses, tanto estratégico relacionado a percepção acerca a obrigação de pagamento, viés hipotético por conta de os cenários simulados entender que não pagarão; viés da informação devido a possível interferência na informação recebida do entrevistado; viés do entrevistador, pois depende de seu comportamento durante a entrevista; viés do instrumento de pagamento onde os entrevistados não são indiferentes a forma de pagamento relacionado à disposição a pagar (MAY, 2010).

O método do custo de viagem estima a demanda de utilização de um sítio natural a partir de seus custos de viagem, nesse caso utiliza questionários feitos no próprio sítio natural para calcular o impacto que o custo de viagem tem na visitação (MOTTA, 1997).

Já o método de preço hedônico faz uso dos mercados reais onde os bens ambientais são comercializados para estimar o preço implícito do ativo ambiental, usado no mercado imobiliário pelo valor da propriedade e no mercado de trabalho com o valor do salário de compensação (MAY, 2010).

A economia ambiental utiliza dos métodos apresentados acima para valorar os recursos naturais e assim revelar a importância deles para a sociedade. Com eles a economia procura internalizar os serviços ecossistêmicos, que por serem na sua

maior parte bens públicos, tradicionalmente não possuem preço. Sendo assim é possível avaliar mais adequadamente os benefícios econômicos dos recursos naturais e considerá-los na tomada de decisões, ou seja, internalizar as externalidades ambientais que a economia tradicional não precifica e são causadores de um equilíbrio de mercado ineficiente.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para investigar o valor incremental do preço da carne, que considera a internalização das externalidades negativas associadas à sua produção, foi escolhido o recorte temporal para o ano de 2021. Este capítulo tem como objetivo apresentar os materiais e métodos utilizados para realizar a internalização das externalidades negativas, e como eles se refletiriam no preço da carne bovina. Assim, a primeira subseção apresenta a estratégia metodológica adotada. A segunda subseção apresenta os materiais e a base de dados utilizados para o cálculo da internalização.

3.1 ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

Dentre os métodos para internalização das externalidades ambientais apresentados, os escolhidos para serem empregados como estratégia metodológica são: o método do preço de mercado, assim como o método de custo social do carbono, tendo a estruturação da estratégia metodológica feita em partes.

Primeiramente foi definido o recorte temporal de 2021 para calcular a emissão de GEE na cadeia produtiva de bovinos no Brasil, visto que o CH₄ liberado devido a emissão de gases entéricos do gado (PEDREIRA, *et al*, 2005). Dessa forma, é possível calcular em quilos a quantidade de CH₄ liberada na atmosfera para a produção de um quilo de carne. Essa informação é utilizada para o cálculo de ambos os métodos de internalização.

Para utilizar o método do preço de mercado foi definida a valoração a partir do mercado de carbono² já existente, ou seja, a valoração é realizada a partir da oferta e demanda do crédito de carbono, no recorte temporal de 2021, devido ao mercado de carbono, há diversos créditos disponíveis no mercado, como o *Low Carbon Fuel Standard* (LCFS) nos Estados Unidos e o *Renewable Energy Directive* (RED) na União Europeia (ANBIMA, 2020). Já no Brasil há o crédito de descarbonização por biocombustíveis (CBIO), que foi criado como parte do Renovabio, um programa do governo que tem como objetivo criar instrumentos financeiros para incentivar a

² Mercado de carbono é o sistema de compensação da emissão de GEEs através da comercialização de créditos de carbono por empresas que cumpriram suas metas de redução de emissão com aquelas que não cumpriram as metas (RETTMANN, 2010).

produção de biocombustíveis (ANBIMA, 2020). Dessa forma, o CBIO é emitido por usinas produtoras de biocombustíveis e negociadas na bolsa, e cada papel equivale a uma tonelada de carbono que deixa de ir para a atmosfera (ANBIMA, 2020). Por atribuir o valor monetário da descarbonização, o índice pode ser utilizado para além do setor de biocombustíveis e pode servir como meio de compensação da emissão de carbono através da compra dos créditos.

Além do método do preço de mercado, o método do custo social do carbono (CSC) também foi empregado, pois ele define o custo econômico associado com a mudança climática que uma tonelada a mais de CO₂ emitida na atmosfera proporciona (RICK *et al*, 2018). Há diversas formas de calcular o custo social do carbono, podendo chegar ao valor de um custo único mundial ou ser calculado por país levando em consideração as diferenças domésticas de emissão (RICK *et al*, 2018). Para o presente trabalho escolheu-se utilizar o cálculo de Ricke *et al*. (2018), que mapeia quatro componentes distintos em seu cálculo: socioeconômico, clima, danos (aumento de temperatura e variação de nível de precipitação no país) e, por último, uma premissa de desconto calculado por país (RICK *et al*, 2018).

Dessa forma, chegou-se a dois modelos matemáticos para o cálculo da internalização das externalidades ambientais da pecuária, ambas utilizando a emissão de CH₄ pela fermentação entérica. O primeiro modelo é baseado no preço de mercado e o segundo no custo social do carbono.

Valoração baseada no preço de mercado:

$$VECP = E \times PM \quad (1)$$

Na equação (1), o VECP é o valor econômico do carbono a preços de mercado por quilo (Kg) de carne bovina produzida; "E" é a emissão de dióxido de carbono (CO₂) referente a produção de 1 kg de carne bovina produzida e PM é o preço de 1/1000 CBIO.

Valoração baseada no custo social do carbono:

$$VECCS = E \times CS \quad (2)$$

Na equação (2), o VECCS é o valor econômico do carbono com base no custo social por quilo (Kg) de carne bovina produzida; "E" é a emissão de dióxido de carbono

referente a produção de 1 kg de carne bovina produzida e CS é o custo social 1 Kg de dióxido de carbono simulada pelo Ricke *et al.* (2018) para o Brasil.

O resultado dos cálculos apresentam o potencial incremental no preço de um quilo de carne bovina, após a internalização das externalidades ambientais utilizando duas metodologias diferentes, uma baseada em preços de mercado e outra baseada no custo social do carbono.

3.2 BASE DE DADOS

Para calcular o preço do incremento da internalização das externalidades, são necessários três dados: GEE liberado na fermentação entérica em dióxido de carbono (CO₂) por quilo de carne produzida em 2021; preço de uma tonelada de GEE levando em consideração o crédito de carbono CBIO em 2021 e o custo social de uma tonelada de carbono baseado no cálculo de Ricke *et al.* (2018) para o Brasil.

Primeiramente, para calcular o GEE liberado na fermentação entérica, é preciso saber o número das cabeças de gado no Brasil. Segundo os dados do IBGE que estão especificados na tabela abaixo, em 2021, o tamanho do rebanho era de 224,6 milhões de bovinos com destaque para o Centro-Oeste que possuía 34% do volume, com 75,4 milhões de cabeças de gado (IBGE, 2021). Dentre o volume total está considerado também o rebanho de vacas ordenhadas, que em 2021 foi de 15,94 milhões (IBGE, 2021).

TABELA 1 – VOLUME DO REBANHO BOVINO SEPARADO POR REGIÃO SOCIOECÔNOMICA DO BRASIL EM 2021

Região	Qtd. De Bovinos	% Por Região
Brasil	224.602.112	100%
Centro-Oeste	75.413.186	33,58%
Norte	55.727.449	24,81%
Sudeste	38.461,.33	17,12%
Nordeste	31.316.917	13,94%
Sul	23.682.727	10,54%

Fonte: Adaptado IBGE – Pesquisa da Pecuária Municipal (2021)

Segundo a tabela abaixo, desses 224,6 milhões de bovinos, 27,7 milhões foram abatidos no decorrer do ano de 2021, totalizando 7,4 bilhões de quilos de carne no ano (IBGE, 2021). Dessa forma, uma cabeça de gado rendeu, em média, 269,13

quilos, isso se dá, pois, a carcaça é referente ao peso do bovino após abate, contando somente o que é pesado nos frigoríficos, onde o IBGE realiza a captura os dados, ou seja, refere-se a cerca de 50 a 60% do peso total do bovino vivo (IBGE, 2021).

TABELA 2 – QUANTIDADE E VOLUME DA CARCAÇA DE BOVINOS ABATIDOS NO BRASIL EM 2021 COM SEPARAÇÃO TRIMESTRAL

Data	Bovinos Abatidos (und)	Peso Total Carcaça (kg)	Peso Médio Carcaça (kg)
1º Trim. 2021	6.597.323	1.731.900.258	262,52
2º Trim. 2021	7.126.495	1.887.228.796	264,82
3º Trim. 2021	7.019.544	1.911.647.975	272,33
4º Trim. 2021	6.961.491	1.925.484.112	276,59
Total 2021	27.704.853	7.456.261.141	269,13

Fonte: Adaptado IBGE – Pesquisa Trimestral do Abate de Animais (2021)

Apesar do rebanho ter 224,6 milhões de bovinos, somente 12% do volume total foram abatidos em 2021, isso ocorre pois o tempo para o bovino ser abatido varia de 12 a 48 meses. O abate dos bovinos varia de acordo com o peso, corte de carne e tipo de regime de produção adotado, para o cálculo da média de tempo de abate no Brasil, foi levado em consideração as diferenças regionais do país que possui desde a pecuária intensiva até a pecuária extensiva, o que influencia no tempo de engorda para o abate (EMBRAPA, 2021). Dessa forma, o tempo de vida médio dos bovinos abatidos pelo estudo realizado pelo Embrapa em 2021, variou de 36 a 48 meses, ao fazer a média ponderada chegou-se ao tempo de abate médio de 40 meses (EMBRAPA, 2021). Como o objetivo é encontrar o preço incremental da carne para 2021 no Brasil, o presente trabalho considera somente os 27,7 milhões de bovinos abatidos, extrapolando o tempo de abate médio no Rio Grande do Sul para os bovinos abatidos no país foi considerado 40 meses e peso de carcaça médio de 269,13 quilos.

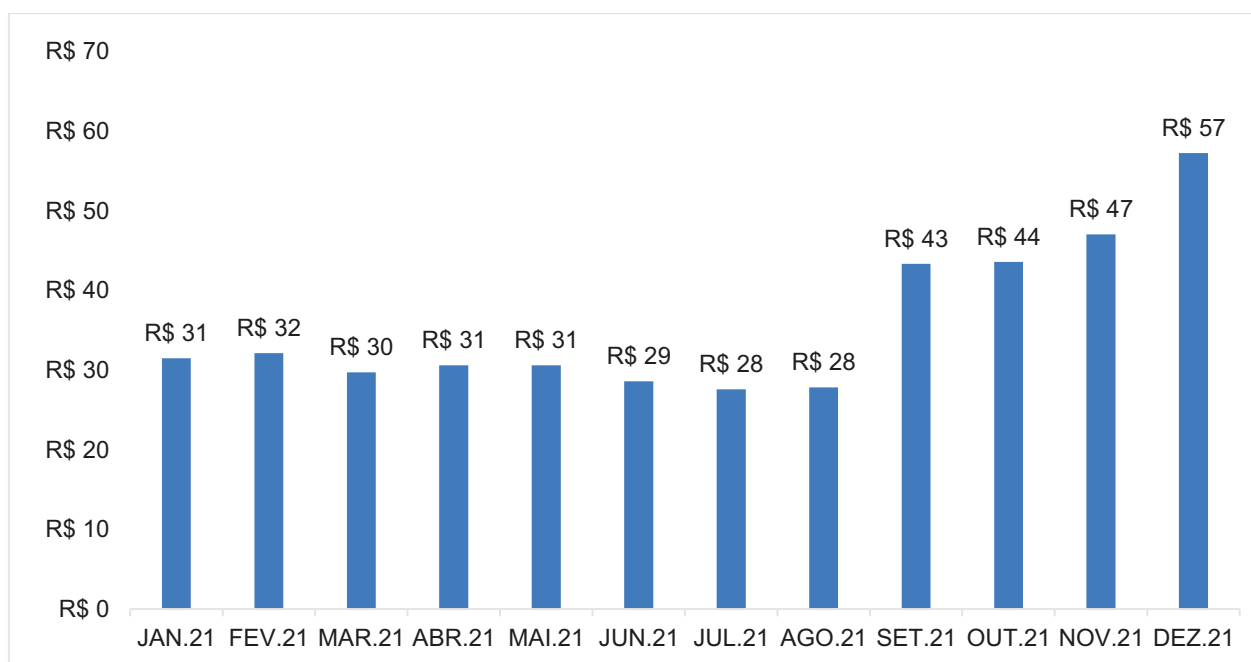
Segundo o SEEG, que é o Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa, a fermentação entérica emitiu 13.663.125 toneladas de CH₄ na atmosfera em 2021 (SEEG, 2021), ou seja, os 224,6 milhões de bovinos foram responsáveis pela emissão de CH₄ devido a fermentação entérica. Como o preço do mercado de carbono é dado a partir do CO₂ e a emissão entérica está em CH₄, o conceito de CO₂e é utilizado, ou seja, o CH₄ tem potencial de aquecimento global 21 vezes maior do que o CO₂, então para que 1CH₄ seja convertido em 1CO₂e precisa

ser multiplicado por 21 (IPAM, 2015). Calculando a emissão equivalente, um bovino emite 1.276,8 quilos de CO₂e na atmosfera a cada 12 meses, levando em consideração o cálculo base de emissão em 2021.

Devido o tempo de abate médio de um bovino ser de 40 meses, a emissão total de CO₂e total no decorrer de sua vida equivale a 4.256 quilos para o rendimento de uma carcaça com, em média, 269,13 quilos. Então um quilo de carne corresponde a 15,81 quilos de CO₂e emitidos na atmosfera decorrente da fermentação entérica do gado e equivale ao “E” das fórmulas matemáticas propostas para o cálculo do valor incremental de um quilo de carne.

Para estimar o valor médio do índice CBIO em 2021, observou-se que conforme apresentado no gráfico abaixo, o índice quase dobrou seu preço no decorrer do ano de 2021, saindo de R\$ 30,01 no primeiro dia útil para R\$ 58,67 no último dia útil do ano (B3, 2021). Conforme o gráfico abaixo, o índice se manteve próximo de R\$ 30 de janeiro a agosto e teve um salto para em torno de R\$ 45 nos próximos três meses até chegar a maior média do mês em dezembro com R\$ 57,25 (B3, 2021). Dessa forma, a média do ano de 2021 é de R\$ 35,85 por tonelada de CO₂ emitido, ou seja, corresponde a R\$0,035 por quilo de CO₂ emitido. Dessa forma, a emissão por quilo corresponde ao “PM” na fórmula matemática da valoração baseada em preços de mercado.

GRÁFICO 1 – PREÇO MÉDIO DO ÍNDICE CBIO POR MÊS EM 2021



Fonte: Adaptado B3 - Índices on Demand (2021)

O custo social calculado por (RICK *et al*, 2018) para o Brasil é de US\$ 24 por tonelada de CO₂ a partir da média da estimativa do custo social do carbono no Brasil ser entre US\$ 14 e US\$ 41, ou seja, levando em consideração que a cotação média do dólar em 2021 foi de R\$ 5,39 (IPEA, 2021). O custo social do carbono para o Brasil, em reais, foi estimado em R\$ 129,36 por tonelada de CO₂ emitido, ou seja, R\$0,129 por quilo que CO₂ emitido. A estimação por quilo refere-se ao “CS” na fórmula matemática da valoração baseada no custo social do carbono.

Com a base de dados apresentada acima, tem-se todos os valores necessários para calcular o preço incremental de um quilo de carne sob duas óticas, a de preço de mercado, que por utilizar um crédito de carbono, funciona como uma forma mais convencional de valoração adotado para bens e serviços econômicos, assim como o método do custo social do carbono, que conforme o próprio nome demonstra, o cálculo procura considerar o custo social associado a perda socioeconômica, clima e danos devido ao aumento de temperatura e variação da precipitação no país.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme apresentado no decorrer do trabalho, a economia tradicionalmente trata o meio ambiente como bem público e como externalidade. Devido ao cenário macroeconômico, maneiras de internalizar essas externalidades estão cada vez mais presentes nas discussões dos países, através da criação de metas de emissão de carbono e maneiras de diminuir o impacto ambiental advindo do crescimento econômico e populacional, com o objetivo de uma economia mais sustentável e que seja viável a longo prazo, visto os recursos escassos presentes no planeta (ALVES, OLIVEIRA, LOPES; 2013).

O objetivo do capítulo é apresentar os resultados da internalização das externalidades ambientais da pecuária no Brasil. Na primeira subseção, foi apresentado o panorama do setor de carne bovina; na segunda subseção, foi demonstrado o impacto ambiental causado pela pecuária no Brasil e as metas que o país assumiu para contenção do aumento das emissões de GEE; já na terceira subseção, foi calculado e discutido o resultado do novo preço da carne após incremento das externalidades ambientais.

4.1 PANORAMA DO SETOR DE CARNE BOVINA BRASILEIRO

Desde o início da década de 1990, a pecuária no Brasil passou por significativas mudanças, sendo a principal delas o aumento do uso da terra para a criação de gado, a fim de suprir a demanda tanto interna quanto externa (GOMES, FEIJÓ, CHIARI; 2017). A atividade pecuária brasileira é caracterizada pela sua heterogeneidade da produção, onde a primeira possui alto investimento em tecnologia e qualidade, e a segunda baseia-se na produção extensiva, que, por sua vez, tem menor intensidade tecnológica e menor produtividade comparado ao uso de terra necessário, o qual é significativo (CARVALHO, ZEN; 2017).

O mercado pecuário brasileiro é de relevância no cenário econômico interno e externo, contendo mais de 224 milhões de cabeças de gado em 2021 e com produção de 7,4 bilhões de quilos de carne advindo da parcela abatida no ano de 2021 (IBGE, 2021). No mercado externo, a demanda por carne é crescente, tendo a China como seu principal importador da carne bovina brasileira. Segundo a tabela abaixo, com dados da associação brasileira de frigoríficos, o Brasil foi responsável pela

exportação de 1,8 bilhões de quilos de carne bovina e seus derivados diretos em 2021, o que corresponde a cerca de 1/4 da produção do ano, com um valor acumulado de 9,2 bilhões de dólares referentes as vendas da exportação. Considerando a cotação média do dólar em 2021 de R\$ 5,39 (IPEA, 2021), o valor em reais foi de 49,7 bilhões de reais, e o preço médio por quilo de carne exportada foi de R\$27,60 (ABRAFRIGO, 2021).

TABELA 3– EXPORTAÇÃO DE CARNE E DERIVADOS DA CARNE BOVINA NO BRASIL EM 2021 COM SEPARAÇÃO MENSAL

Mês	Quilos	Valor (US\$)
Jan.21	127.138.751	549.121.518
Fev.21	124.464.729	552.059.663
Mar.21	159.421.840	713.654.442
Abr.21	152.626.122	706.663.703
Mai.21	150.711.246	725.911.212
Jun.21	165.644.162	837.115.821
Jul.21	191.765.291	1.010.159.114
Ago.21	211.887.127	1.175.218.711
Set.21	218.510.102	1.197.157.824
Out.21	108.630.372	541.573.186
Nov.21	105.200.937	501.088.589
Dez.21	151.593.963	726.660.879
Total	1.867.594.642	9.236.384.662

Fonte: Adaptado ABRAFRIGO – Exportação brasileira de carnes e derivados (2021).

Já o mercado interno foi responsável pelo consumo dos outros 76% da produção de carne bovina de 2021 e utilizando o preço médio da carne de R\$27,60, pode-se estimar que a arrecadação referente a consumo interno foi de 157,3 bilhões de reais. Ao cruzar os dados de produção e exportação de carne com o produto interno bruto (PIB)³ do Brasil em 2021 é possível observar que o setor agropecuário movimentou 598,1 bilhões de reais sendo cerca de 12% somente da exportação da carne e cerca de 26% pelo consumo interno de carne bovina, ou seja, a pecuária bovina corresponde a cerca de 38% do PIB do setor agropecuário (IBGE, 2023).

³ PIB é a soma de todos os bens e serviços finais produzidos no período de um ano em um país, estado ou cidade (IBGE, 2023)

4.2 IMPACTOS AMBIENTAIS DO SETOR DE CARNE BOVINA

Ao se tratar de produção animal particularmente da agropecuária, é necessário tratar do tema do desmatamento e degradação do solo ocasionados por ele. Conforme tratado acima, a produção animal é relevante no Brasil, porém é um causador da degradação ambiental que o país sofre, trazendo desmatamento, degradação do solo e rios e perda de biodiversidade (BARROS, *et al*, 2017). Particularmente com o desmatamento, além da perda da biodiversidade, há a emissão de dióxido de carbono (CO₂) nas queimadas, sendo que este contribui para o aumento da emissão de gases de efeito estufa (GEE) (PEDREIRA, *et al*, 2005).

Além de causar o desmatamento para criação de pasto, a pecuária também é responsável pela liberação de gás metano (CH₄) devido a características fisiológicas dos ruminantes, onde na digestão ocorre a fermentação entérica e consequente produção do gás prejudicial no meio ambiente, outra forma de emitir o CH₄ é pela própria fermentação de dejetos da pecuária, ou seja, tanto a fermentação quanto a eliminação de dejetos pelo gado contribuem na emissão de GEE (PEDREIRA, *et al*, 2005).

Devido a estrutura única do Brasil, há predominância de malha viária e é necessário percorrer longas distâncias para o escoamento da produção para portos que ficam, em sua maioria, no sul e sudeste. Nesse caso, a maior parte da produção agropecuária é escoada por rodovias, o que aumenta o custo e tempo além de ser prejudicial ao meio ambiente devido a emissão de CO₂ pelos caminhões de transporte, ou seja, deve-se considerar que o escoamento da produção da carne também contribui negativamente com o meio ambiente (CNA, 2017). Sendo assim a pecuária no Brasil contribui com a emissão de GEE, principalmente, de três maneiras: desmatamento, fisiologia do gado e escoamento da produção.

Analisando no contexto mundial, as emissões de GEE causadas pelo ser humano têm papel fundamental na mudança climática global, sendo que somente dez países são responsáveis por cerca de 60% de todas as emissões do planeta, enquanto os cem países com menores emissões de GEE contribuem apenas com 3% do total (ClimateWatch, 2019). O Brasil está entre os dez maiores emissores de GEE do planeta, de acordo com os dados mais recentes fornecidos pelo *Climate Watch*, e em 2019, o país ocupou o sexto lugar entre os maiores emissores de GEE, ficando

somente atrás da China, Estados Unidos, Índia, Indonésia e Rússia (ClimateWatch, 2019).

Como resposta as emissões de carbono crescentes, surgiu o mercado de carbono, sendo este criado a partir da ECO-92, realizada no Rio de Janeiro, onde foi criada a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança Climática. Na sua terceira edição ocorrida em Quioto no ano de 1997, decidiu-se que países signatários seriam responsáveis por assumir compromissos mais rígidos para a redução de emissão de gases de efeito estufa (GEE), estabelecendo metas de emissão para cada país (RETTMANN, 2010).

A partir do protocolo de Quioto, os países recebem permissões que dão direito a emissão de gás carbônico, ou equivalente em outro gás (CO₂e), por exemplo o CH₄ (RETTMANN, 2010). De acordo com o protocolo, os compromissos para a redução da emissão dos gases tornam-se responsabilidade dos países signatários; sendo que os países industrializados, considerados os maiores emissores históricos, assumem compromissos proporcionais às suas emissões (ALVES, OLIVEIRA, LOPES, 2013). Quando países emitem menos do que o pré-estabelecido, essas emissões não utilizadas tornam-se créditos de carbono, que podem ser negociadas com os países que extrapolam o limite estabelecido pelo protocolo e assim conseguem cumprir as metas de emissão estabelecidas (ALVES, OLIVEIRA, LOPES, 2013).

Segundo as metas mais atualizadas para o país, o Brasil assumiu o compromisso de reduzir a emissão de GEE em 50% até 2030 utilizando como comparação a emissão de 2005, assim como o objetivo de longo prazo de alcançar a neutralidade climática até 2050 (UNFCCC, 2015). Analisando as emissões do país em 2021, os dois principais responsáveis pela emissão de GEE são os setores de mudança de uso de terra e agropecuária, ou seja, ambos são relacionados a produção bovina, seja pelo desmatamento ou pela fermentação entérica (SEEG, 2021).

4.3 A INTERNALIZAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DO SETOR DE CARNE BOVINA

Para estimar o incremento no preço de um quilo de carne sob a ótica de preços de mercado (VECP), multiplicou-se o “PM”, que equivale a R\$0,035, por quilo de dióxido de carbono (CO₂) emitido, com a emissão estimada de CO₂ para produção de um quilo de carne bovina e “E” de 15,81 kgs, da emissão de CO₂e por quilo de

carne produzida, ou seja, o VECP estimado é de R\$0,55. Para estimar o incremento no preço de um quilo de carne sob a ótica do custo social do carbono (VECCS), multiplicou-se o valor estimado do custo social do carbono “CS” de R\$0,129 por quilo de CO₂ emitido, com o “E” de 15,81kg, que corresponde a emissão estimada de CO₂e para a produção de um quilo de carne resultando no VECCS de R\$2,03.

Considerando que o preço médio de um quilo de carne em 2021 foi de R\$27,60, o incremento, pela ótica do preço de mercado, traz aumento de cerca de 2% no preço da carne bovina. Ao considerar a estimativa pela ótica do custo social do carbono, o incremento percentual no preço da carne é de 7,3%. Esses resultados demonstram que a externalidade ambiental não internalizada, traria alteração no preço da carne bovina comercializada no ano de 2021.

O método de valoração baseado nos preços de mercado, por utilizar o CBIO, é considerado um método de valoração mais tradicional, uma vez que utiliza um preço determinado pelo mercado. É interessante trazer essa estimativa para o estudo, pois a compra de créditos CBIO pode ser uma forma de pecuaristas compensarem a emissão de GEE presentes no decorrer da cadeia produtiva da carne e essa estimativa demonstra o impacto que a internalização sob essa ótica teria no preço da carne.

O método do custo social do carbono utiliza outra abordagem na internalização das externalidades ambientais presentes na pecuária, justamente por mapear aspectos socioeconômicos, climáticos, danos, como o aumento de temperatura e variação de nível de precipitação no país, além de considerar uma premissa de desconto específica para o Brasil. Por considerar esses aspectos, nota-se que o incremento no preço da carne é 3,7 ao comparar com a estimativa de valoração de preço de mercado.

Ambos os métodos de valoração têm a limitação de considerar somente a fermentação entérica como emissão de CO₂e para estimar o incremento no preço da carne, devido à dificuldade de realizar a estimativa de desmatamento e transporte associados exclusivamente ao gado de corte. Em comparação com o estudo realizado pela universidade de Oxford em 2018, a emissão de CO₂e para produção de um quilo de carne é de 60kgs, ou seja, cerca de 4 vezes maior que a calculada no estudo apresentado (NEMECECK, POORE, 2018). Essa discrepância evidencia a limitação dos cálculos das estimativas, mostrando que o resultado pode ser cerca de 4 vezes maior caso se considere a emissão de CO₂e de maneira mais abrangente.

A diversas formas de aplicar os resultados apresentados no cálculo acima, como por exemplo a implementação de políticas públicas que instituam a emissão de carbono zero para a produção agropecuária, visto que o cálculo para tal é possível com os dados disponíveis. Isso alteraria o preço da carne e consequentemente o nível da produção, o que levaria a diminuição da emissão de GEEs.

Devido ao compromisso que o Brasil assumiu de zerar suas emissões de GEE até 2050, a discussão sobre como internalizar as principais emissões do país tendem a ser cada vez mais frequentes. Dessa forma o estudo realizado pôde destacar como a pecuária é significativa na parcela de emissão de GEE do país, assim como trazer estimativas no incremento do preço da carne sob duas metodologias de valoração diferentes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os impactos ambientais advindos da atividade econômica, por serem em sua maioria considerados como externalidades, não costumam ser internalizados nos preços dos produtos, e consequentemente os preços não se encontram no ponto de equilíbrio. Como resposta, a economia ambiental trouxe formas de valorar os recursos ambientais para poder indicar os preços dos bens e serviços ecossistêmicos, possibilitando assim a utilização de instrumentos de valoração desses bens e serviços ecossistêmicos (GARCIA, 2013).

O presente trabalho procurou internalizar as externalidades ambientais para a pecuária brasileira, utilizando os dados de 2021, devido a importância da pecuária para o país, tanto para o consumo interno quanto para exportação, em contrapartida dos impactos ambientais causados pela sua produção. Para tal, teve como objetivo geral entender como incluir os impactos ambientais para auxiliar na precificação da carne bovina no Brasil, e objetivos específicos de levantamento de dados de emissão, estimação a partir de métodos de valoração de recursos naturais e pôr fim a análise dos resultados.

Primeiramente foi feita a contextualização do tema e apresentado os métodos de valoração ambiental utilizados na economia ambiental, a partir disso foram selecionados os métodos de valoração de preço de mercado e do custo social do carbono. Em seguida, os dados de emissão foram levantados, assim como os dados para cálculo das metodologias de valoração, utilizando como data base o ano 2021. Isso resultou em duas estimativas de incremento do preço por quilo da carne, pelas metodologias escolhidas, que foram R\$0,55 e R\$2,03 respectivamente.

Dessa forma, os resultados destacaram como a internalização do preço da carne afeta no preço da carne e trouxe insumos para agregar na discussão de formas que a cadeia produtiva da pecuária pode compensar, mesmo que parcialmente, a emissão de GEE dos quais são causadores.

Ao realizar a análise somente para o gado de corte, o levantamento de dados de emissão de GEE pelo desmatamento e transporte de insumos específicos do setor se torna um desafio. Optou-se, então, por fazer uma estimativa de internalização parcial considerando somente a emissão proveniente da fermentação entérica. Além disso, foram apresentados trabalhos onde ocorreu o levantamento desses dados na

sua totalidade, a fim de comparar o potencial de incremento no preço da carne caso essas emissões fossem consideradas no cálculo.

Dessa forma, apesar dos esclarecimentos trazidos pelos resultados, existem diversos tópicos que podem ser aprofundados como: levantamento dos dados de desmatamento e transporte específicos do gado de corte, a fim de obter uma estimativa da internalização mais precisa. Além disso, é importante apresentar propostas de como aplicar os resultados da internalização tanto pelos consumidores quanto pelos pecuaristas, e analisar os impactos para o consumo que a alteração do preço da carne pode causar. Esses pontos ressaltam a necessidade de continuidade a este estudo, a fim de compreender suas possíveis aplicações e seus impactos de maneira mais abrangente.

REFERÊNCIAS

MANKIW, N. Gregory. **Introdução à Economia**. 6. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

SOUZA, Charles. **Produto Agregado**, 6 mai. 2021. Disponível em: <https://charlessouza.com/courses/macroeconomia/produto/>. Acesso em: 04 out. 2021.

VASCONCELLOS, Marcos; GARCIA, Manuel. **Fundamentos de Economia**. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2014.

FERNANDEZ, B. Paula. **Economia do Setor Público**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, Centro Socioeconômico, Departamento de Ciências Econômicas, 2014.

KRUGMAN, Paul; WELLS, Robin. **Introdução à Economia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

WEYDMANN, Celso. **Externalidades e mudanças da regulamentação ambiental para a suinocultura norte-americana: é possível no caso brasileiro?** 02 jun. 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/resr/a/LYFxktpMvffHNrbLZXKfVyx/?lang=pt>. Acesso em: 13 out. 2021.

ANDRADE, Daniel. **Economia e meio ambiente: aspectos teóricos e metodológicos nas visões neoclássica e da economia ecológica**. Leituras de Economia Política, Campinas, v. 14, p.1-31, ago./dez. 2008. Disponível em:

MOTTA, Ronaldo. **Manual Para Valoração Econômica de Recursos Ambientais**. Rio de Janeiro, set. 1997. Disponível em: <https://www.terraBrasilis.org.br/ecotecadigital/pdf/manual-para-valoracao-economica-de-recursos-ambientais.pdf>. Acesso 20 jul. 2022.

TÔSTO, Sérgio; PEREIRA, Lauro; MANGABEIRA, João. **Serviços ecossistêmicos e Serviços ambientais: Conceitos e importância**. **Ecodebate**, 2012. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2012/12/13/servicos-ecossistemicos-e-servicos-ambientais-conceitos-e-importancia-artigo-de-sergio-gomes-tosto-lauro-charlet-pereira-e-joao-alfredo-de-c-mangabeira/>. Acesso 20 jul. 2022.

GARCIA, Junior. **Valoração econômico-ecológica dos recursos naturais e dos serviços ambientais**. CADERNOS do DESENVOLVIMENTO, Rio de Janeiro, v. 8, n. 13, pp.37-55, jul./dez. 2013.

MAIA, Alexandre; ROMEIRO, Ademar; REYDON, Bastiaan. **Valoração de recursos ambientais: metodologias e recomendações**. Texto para Discussão. IE/UNICAMP n. 116, mar. 2004.

MAY, Peter. **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

SOUZA, Frank. **Aplicação de métodos de valoração ambiental como ferramenta para gestão de sistemas lagunares urbanos**. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, v. 4, n. 2, p. 53-73, jul./dez. 2010.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Rebanho de Bovinos (Bois e Vacas)**. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/bovinos/br>. Acesso 03 mar. 2023.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sidra: Pesquisa da Pecuária Municipal**. 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2021>. Acesso 04 mai. 2023.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sidra: Pesquisa trimestral de abate de animais**. 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/abate/tabelas>. Acesso 04 mai. 2023.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produto Interno Bruto – PIB**. 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>. Acesso 06 jun. 2023.

ZEN, Sergio. et. al. **Pecuária de Corte Brasileira: Impactos Ambientais e Emissões de Gases Efeito Estufa (GEE)**. 20 mai. 2008. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/documentos/texto/pecuaria-de-corte-brasileira-impactos-ambientais-e-emissoes-de-gases-efeito-estufa-gee.aspx>. Acesso 21 jul. 2022.

CARVALHO, Thiago; ZEN, Sérgio. **A cadeia de Pecuária de Corte no Brasil: evolução e tendências**. Revista iPecege, Piracicaba, RJ. v. 3, n.1, p.85-99, 2017.

GOMES, Rodrigo; FEIJÓ, Gelson; CHIARI, Lucimara. **Evolução e Qualidade da Pecuária Brasileira**. Campo Grande, MS. Embrapa, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/21470602/EvolucaoQualidadePecuaria.pdf/64e8985a-5c7c-b83e-ba2d-168ffaa762ad>. Acesso 03 mar. 2023.

ABRAFRIGO. **Exportação brasileira de carnes bovina e derivados**. 2021. Disponível em: https://www.abrafrigo.com.br/wp-content/uploads/2022/12/ABRAFRIGO-Exporta%C3%A7%C3%A3o-Carne-Bovina-Jan_2020-a-Dez_2021.pdf. Acesso 05 mar. 2023.

ARRAES, R.A.; MARIANO, F.Z.; SIMONASSI, A.G. **Causas do desmatamento no Brasil e seu ordenamento no contexto mundial**. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 50, n. 1, p. 119-140, 2012.

PEDREIRA, M.S. *et al.* **Aspectos relacionados com a emissão de metano de origem ruminal em sistemas de produção de bovinos**. Archives of Veterinary Science, v. 10, n. 3, p. 24-32, 2005.

BARROS, J. P. *et al.* **Produção animal e os impactos ao meio ambiente**. Colloquium Agrariae, vol. 13, n. Especial, p. 381-390, 2017.

CNA – Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. **Escoamento da produção é o maior gargalo para agronegócio**. 2017. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/noticias/escoamento-da-producao-e-o-maior-gargalo-para-agronegocio>. Acesso 06 mar. 2023.

RETTMANN, Ricardo. **O que é e como funciona o mercado de carbono?**. 2010. Disponível em: <https://ipam.org.br/cartilhas-ipam/o-que-e-e-como-funciona-o-mercado-de-carbono/>. Acesso 03 mar. 2023.

ALVES, R.; OLIVEIRA, L.; LOPES, P. **Crédito de carbono**: O mercado de crédito de carbono no Brasil. Disponível em <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos13/2018412.pdf>. Acesso 05 mar. 2023.

GOMES, Rodrigo; FEIJÓ, Gelson; CHIARI, Lucimara. **Evolução e Qualidade da Pecuária Brasileira**. Campo Grande, MS: Embrapa, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/21470602/EvolucaoQualidadePecuaria.pdf/64e8985a-5c7c-b83e-ba2d-168ffaa762ad>. Acesso 03 mar. 2023.

SEEG – Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa. **Emissions By Sector: Agropecuária**. 2021. Disponível em: <https://plataforma.seeg.eco.br/sectors/agropecuaria>. Acesso 01 mai. 2023.

IPAM – Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. **CO₂ equivalente (CO₂e)**. 2015. Disponível em: <https://ipam.org.br/glossario/co2-equivalente-co2e/>. Acesso 01 mai. 2023.

B3 – Brasil, Bolsa, Balcão. **Índices on Demand**. 2021. Disponível em: https://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/indices/indices-on-demand/. Acesso 01 mai. 2023.

ANBIMA. **Guia de Operacionalização do CBIO**. 2020. Disponível em: <https://www.anbima.com.br/data/files/2B/23/E9/0F/FEF447101699D3471B2BA2A8/Guia%20de%20Operacionalizacao%20do%20CBIO.pdf>. Acesso 20 mai. 2023.

RICKE, Katharine; DROUET, Laurent; CALDEIRA, Ken; TAVONI, Massimo. **Country-level social cost of carbon**. *Nature Climate Change*, vol. 8, p. 895–900, 2018.

POORE, Joseph; NEMECECK, Thomas. **Reducing food's environmental impacts through producers and consumers**. *Science*, vol. 360, p. 987-992, 2018.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Taxa de câmbio - R\$ / US\$ - comercial - venda – média**. 2023. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/ExibeSerie.aspx?serid=31924>. Acesso 06 jun. 2023

CLIMATEWATCH. **Historical GHG Emissions**. 2019. Disponível em: https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions?end_year=2019&start_year=1990. Acesso 06 jun. 2023.

UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change. ***Intended Nationally Determined Contribution Towards Achieving the Objective of the United Nations Framework Convention on Climate Change***. Brasil. 2015.

Disponível em: <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Updated%20-%20First%20NDC%20-%20%20FINAL%20-%20PDF.pdf>. Acesso 06 jun. 2023.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cadeia produtiva da carne bovina: contexto e desafios futuros**. Mato Grosso do Sul. 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/232238/1/DOC-291-Final-em-Alta.pdf>. Acesso 15 jun. 2023.