

Rio de Janeiro, RJ / Dezembro, 2023

Avaliação dos capitais associados à pecuária leiteira: estudo de caso do Cerrado Mineiro

Gabriel Spínola Garcia Távora ⁽¹⁾, Ana Paula Dias Turetta ⁽²⁾

⁽¹⁾ Geógrafo, doutor em Geografia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro, RJ. ⁽²⁾ Engenheira-agrônoma, doutora em Ciências do Solo, pesquisadora da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ

Resumo: No Brasil, a agricultura desempenha papel de destaque na economia e na geração de empregos, sendo também fator estratégico para mitigação dos impactos dos efeitos das mudanças climáticas e atingimento das metas globais firmadas em acordos internacionais para a redução na emissão de gases de efeito estufa (GEE). O setor agrícola insere-se no contexto dos sistemas alimentares, cujas avaliações de impacto ainda são feitas de forma segmentada, que ignora as inter-relações existentes entre as dimensões sociais, econômicas e ambientais. Como uma tentativa de se reverter este quadro foi proposta a avaliação “TEEBAgriFood”, com objetivo de identificar os tipos e magnitudes dos custos e benefícios existentes dentro dos sistemas alimentares. Assim, apresentaremos um caso de estudo de aplicação dessa metodologia para avaliar os impactos e externalidades da cadeia produtiva de leite, inserida no bioma do Cerrado Mineiro, e como ela afeta o capital social, natural, produtivo e humano. A abordagem TEEBAgriFood permitiu uma análise integrada da dinâmica existente dentro da cadeia da pecuária leiteira no Cerrado Mineiro, sendo possível identificar como os diferentes capitais são impactados pelas externalidades existentes dentro deste sistema. Os resultados mostraram que a cadeia produtiva impacta positivamente o capital social representado especialmente pela geração de empregos. Para além dos impactos atribuídos ao capital natural, a falta de manejo adequado afeta a produtividade do rebanho, o que, no que lhe concerne, tem um impacto direto no rendimento dos estabelecimentos, no capital de produzido e no fluxo de saídas, como, por exemplo, no valor da produção. A metodologia TEEBAgriFood permitiu que se entendesse as correlações entre os diferentes capitais e como as externalidades produzidas pela cadeia produtiva do leite podem impactar estes capitais. De modo geral, ficou evidente que o capital natural é o mais impactado pelas externalidades geradas pelo processo produtivo.

Termos para indexação: TEEBAgriFood; práticas conservacionistas; agricultura baixo carbono.

Embrapa Solos

Rua Jardim Botânico, 1024.
Jardim Botânico
Rio de Janeiro, RJ
CEP: 22460-000
Fone: + 55 (21) 2179-4500
www.embrapa.br/solos
www.embrapa.br/fale-conosco/

Comitê Local de Publicações

Presidente
Silvio Barge Behring
Secretário-executivo
Marcos Antônio Nakayama
Membros
*Bernadete da Conceição
Carvalho Gomes Pedreira,
David Vilas Boas de Campos,
Evaldo de Paiva Lima, José
Francisco Lumberas, Joyce
Maria Guimarães Monteiro,
Lucia Raquel Queiroz Pereira
da Luz, Maurício Rizzato Coelho,
Wenceslau Geraldes Teixeira*

Edição executiva

Marcos Antônio Nakayama
Normalização bibliográfica
Luciana Sampaio de Araujo
(CRB 7/5165)

Projeto gráfico

Leandro Sousa Fazio
Diagramação
Alexandre Abrantes Cotta de Mello
Publicação digital: PDF

Todos os direitos reservados à Embrapa.

Capital assessment of dairy farming: a case study of Cerrado Mineiro, Brazil

Abstract: Agriculture plays a leading role in producing food and inputs for energy generation and as an economic and livelihood base for people. Despite this, evaluations of these agro-food systems are still carried out partially, ignoring the existing interrelationships between the social, economic, and environmental dimensions. Due to that, the TEEBAgriFood assessment was structured to identify the types and magnitudes of costs and benefits existing within eco-agri-food systems. Within this context, this work aims to evaluate the impacts and externalities of the milk production chain, inserted in the Cerrado Mineiro biome, and how it affects the different capitals (social, natural, productive, and human). The TEEBAgriFood approach allowed an integrated analysis of the existing dynamics within the dairy farming chain in Cerrado Mineiro. Thus, it was possible to identify how the different capitals are impacted by the externalities existing within this system. The results showed that the production chain positively impacts the social capital represented by dairy products and the generation of jobs. In addition, non-family farms affect natural capital more than non-family farms. In addition to the impacts attributed to natural capital, the lack of proper management affects the productivity of the herd, which, as far as it is concerned, has a direct impact on the income of the establishments, on the capital produced, and on the flow of outputs, such as, for example, in production value. The data presented show the differences in dynamics between family and non-family establishments. The TEEBAgriFood methodology allowed the understanding of the correlations between the different capitals and how the externalities produced by the milk production chain can impact these capitals. In general, it was evident that natural capital is the most affected by externalities generated by the production process.

Index terms: TEEBAgriFood; Conservation practices; Family farming; Rural Development.

Introdução

As projeções de quase 10 bilhões de pessoas até 2050 impõem um grande desafio aos sistemas alimentares, ao mesmo tempo em que buscam soluções que reduzam significativamente os impactos ambientais por eles gerados como, por exemplo, diminuir a emissão de gases do efeito estufa, já que

as práticas agrícolas são responsáveis por 29% das emissões (FAO, 2019; IPBES, 2019; Whitmee et al., 2015) e a melhoria da qualidade de vida dos produtores rurais, a partir da formação de mercados mais justos e equilibrados (FAO, 2019; TEEB, 2018).

Os sistemas alimentares devem ser compreendidos como uma complexa interação de ecossistemas naturais, arranjos produtivos (terras cultivadas, pastagens, infraestrutura e tecnologias), arranjos sociais (culturas, tradições) e arranjos institucionais (políticas e mercados), que estão integrados a todo o processo produtivo, ou seja, atuam conjuntamente nas várias etapas desde o cultivo, processamento, distribuição até o consumo de alimentos (TEEB, 2018). Esta visão integrada faz com que estes sistemas sejam compreendidos não apenas como materialidades concebidas para produção de alimentos, mas, também como uma cadeia produtiva complexa, que está conectada aos sistemas naturais e que usa os serviços ecossistêmicos como insumos, que muitas vezes não são economicamente invisíveis.

Apesar disto, as avaliações destes sistemas ainda são feitas de forma parcial e ignorando as inter-relações existentes entre as dimensões sociais, econômicas e ambientais. Além disso, ainda há uma visão limitada acerca das interconexões e dependências existentes dentro do sistema, bem como, o impacto das externalidades sob os capitais sociais, humanos, naturais e produtivos (Sandhu et al., 2019). Esta falta de percepção integrada influencia tanto as abordagens acadêmicas como as avaliações políticas. Um exemplo disto, é que muitas legislações ambientais têm por base o conceito do poluidor-pagador, no qual as externalidades negativas e a necessidade de reparação por parte do responsável são o foco (Muradian, 2013). Desta forma, externalidades e serviços ecossistêmicos, que não são diretamente mensuráveis, acabam por serem desconsiderados na construção destas políticas.

Com o objetivo de reverter esse cenário, foi desenvolvida a avaliação TEEBAgriFood (TEEB, 2018), que busca identificar os tipos e magnitudes dos custos e benefícios existente dentro dos sistemas alimentares, tendo em vista a melhoria do processo de tomada de decisão (Sandhu; Müller; Sukhdev, 2019). Nesse sentido, o presente trabalho aplicou essa metodologia para analisar a interação entre os fluxos das entradas e os diferentes capitais presentes na cadeia produtiva de leite no bioma do Cerrado Mineiro, e identificar as externalidades e impactos gerados por essa cadeia produtiva no capital natural.

O presente trabalho está alinhado com diversas metas dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável e visa contribuir com sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças do clima, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade do solo, da água e da agrobiodiversidade, visando a segurança hídrica, energética e alimentar.

Material e métodos

Área de estudo

A cadeia produtiva da bovinocultura leiteira tem um importante papel dentro da economia brasileira. Segundo a FAO (2019), em 2017, o Brasil foi o terceiro maior produtor mundial de leite de vaca, ficando atrás dos Estados Unidos e Índia. Naquele ano, o país produziu 33,5 milhões de toneladas de

leite de vaca, o que, em termos econômicos, representou R\$ 37,1 bilhões em valor de produção (IBGE, 2017). Além disso, de acordo com Ministério da Agricultura e Pecuária (Brasil, 2022), há mais de 1,5 milhão de propriedades rurais produtoras de leite de vaca, em sua maior parte pequenas e médias propriedades, que empregam mais de 4 milhões de pessoas no Brasil. O estado de Minas Gerais é o principal produtor, sendo responsável por mais de 25% da produção nacional. Ademais, os municípios que se encontram dentro do Bioma do Cerrado foram responsáveis por 48,1% do total produzido no estado (IBGE, 2017).

O Cerrado Mineiro ocupa mais de 33 milhões de hectares no Estado de MG, englobando 23 microrregiões, a saber: Unaí, Paracatu, Januária, Salinas, Pirapora, Montes Claros, Grão Mogol, Bocaiúva, Diamantina, Capelinha, Ituiutaba, Uberlândia, Patrocínio, Patos de Minas, Frutal, Uberaba, Araxá, Três Marias, Curvelo, Bom Despacho, Sete Lagoas, Piuí e Passos. A agricultura e a pastagem são os usos do solo predominantes, sendo essa região um expoente na produção leiteira do país (Figura 1).

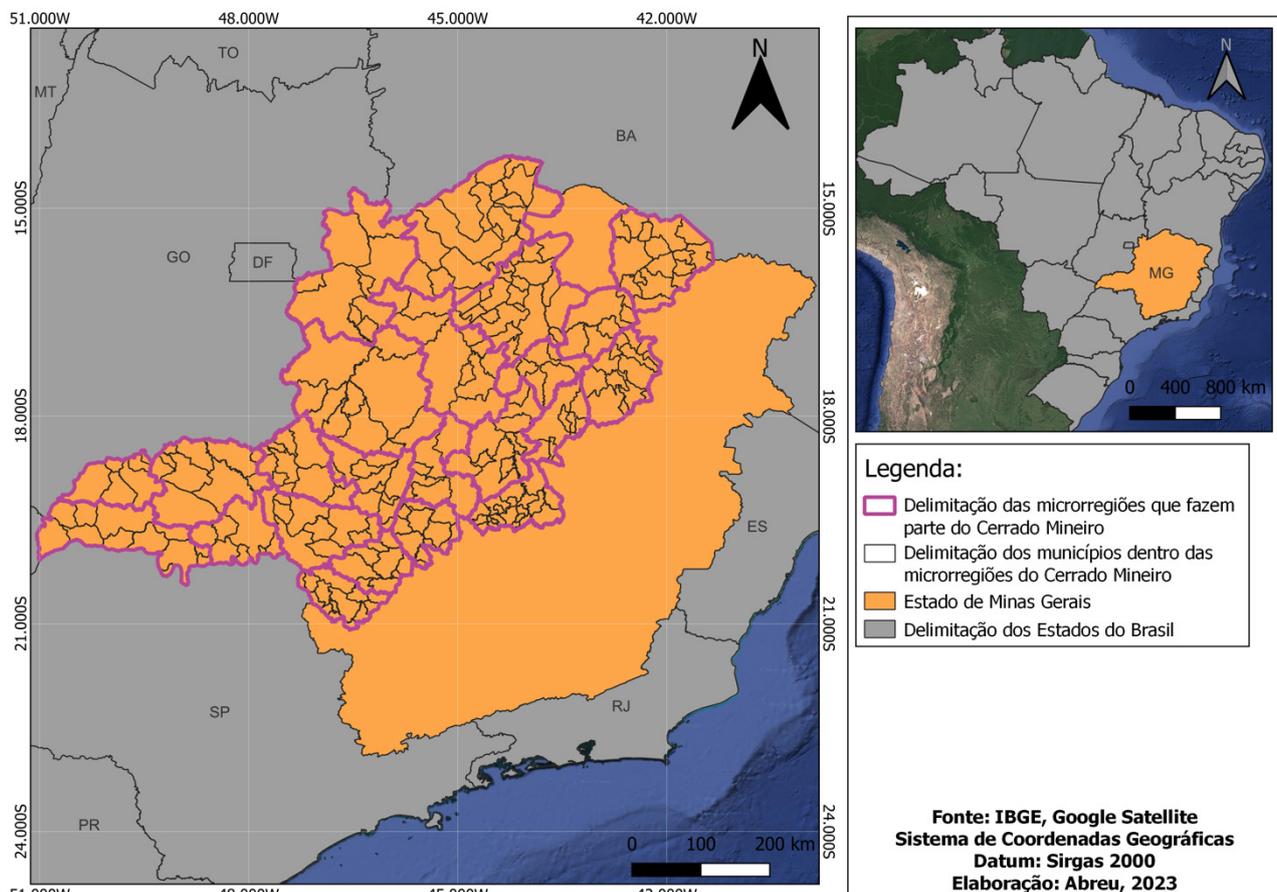


Figura 1. Localização da área de estudo.

Metodologia

Este trabalho buscou avaliar impactos significativos e externalidades da cadeia de valor da produção de leite no Cerrado Mineiro, com referência à Estrutura de Avaliação TEEBAgriFood (Sukhdev et al., 2019; TEEB, 2018) – Figura 2.

A abordagem TEEBAgriFood identifica e caracteriza os **estoques, fluxos, resultados e impactos**, resultantes das interações nos sistemas alimentares. Os **estoques** compreendem os quatro capitais, a saber: capital produzido, capital natural, capital humano e capital social. Estes estoques dão suporte aos **fluxos** que abarcam atividades de produção, consumo, provisão de serviços ecossistêmicos, insumos e fluxos de resíduos. Os **resultados** são gerados pelos sistemas que afetarão os estoques de capitais, tanto quantitativa quanto qualitativamente, e que **impactarão** o bem-estar humano. Contudo, vale destacar, que as combinações entre essas etapas e os elementos avaliados em cada uma delas dependerão dos objetivos de cada caso de aplicação da abordagem TEEBAgriFood (TEEB, 2018).

Nesse trabalho, foi considerado como **capital natural** o estoque limitado de recursos naturais, como, por exemplo, terra, solo, água, fauna e flora

e a capacidade dos ecossistemas em prover serviços; o **capital produzido** diz respeito aos ativos produzidos pela cadeia de produtiva, que no presente caso refere-se à produção de leite; o **capital humano** se refere ao conjunto de conhecimentos e habilidades que os indivíduos possuem e que contribuem para geração de bem-estar pessoal, social e econômico; e, por fim, o **capital social** abrange as redes de reciprocidade, associações e as instituições de Estado nas quais as pessoas participam e, a partir das quais, podem receber apoio direto ou indireto para o seu sustento - além disso, o capital social é formado a partir de normas e valores compartilhados que facilitam os processos de cooperação entre os atores (Ellis, 2000; TEEB, 2018).

A fim de aplicar a metodologia, foi estabelecido como recorte de análise os estabelecimentos rurais existentes nas 23 Microrregiões inseridas dentro do Cerrado Mineiro. Para tal análise foram utilizados os dados do Censo Agropecuário 2017, produzidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), a saber: número de estabelecimentos rurais familiares e não-familiares produtores de leite; número de trabalhadores em cada estabelecimento; número de vacas ordenhadas; grau de escolaridade dos trabalhadores; quantidade de leite produzida em cada um desses estabelecimentos; área

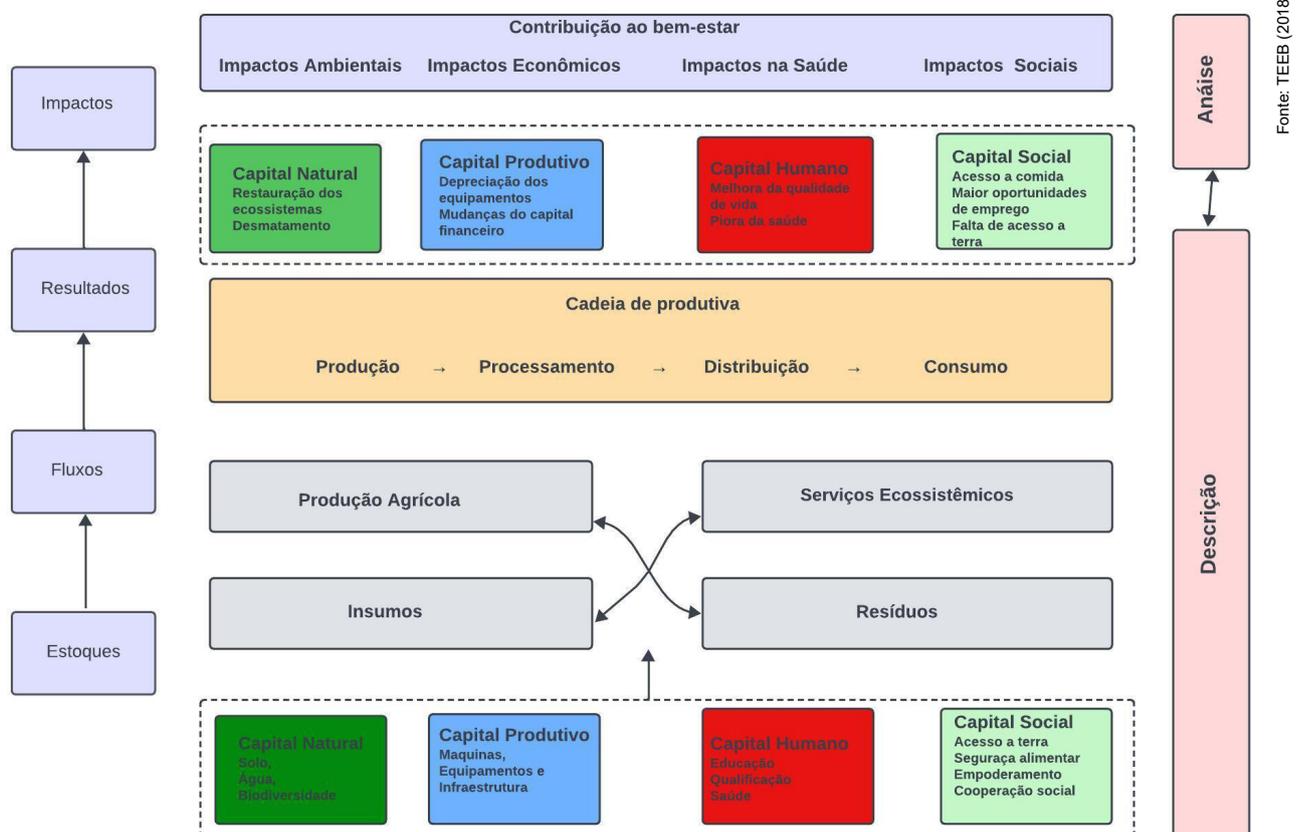


Figura 2. Elementos da abordagem TEEBAgriFood.

e características das pastagens. Estes dados foram combinados com as informações sobre a qualidade das pastagens elaboradas pelo MapBiomas (2019) e com os dados e de armazenamento de carbono do solo disponibilizados na base de dados do Atlas Digital das Pastagens Brasileiras (Universidade Federal de Goiás, 2021).

Por fim, para estimar a perda de solos em cada uma das microrregiões do cerrado mineiro, foi usado um proxy com base no modelo feito por Gomes et al. (2019), que demonstraram que no Cerrado a degradação das pastagens podem levar à perda de 14,94 (ton/ ha/ ano). Portanto, a partir das informações da área de pastagem degradadas apresentados no Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2017) e do valor estimado por Gomes et al. (2019) foi possível estimar a perda de solos em cada uma das microrregiões.

Resultados e Discussão

A caracterização da cadeia de produção de leite no Cerrado Mineiro

O Estado de Minas Gerais é responsável por mais de 25% da produção nacional de leite cru. Conforme o levantamento do Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2017), o Estado de Minas Gerais produziu 8,5 milhões de toneladas de leite cru, sendo que 4,1 milhões de toneladas foram produzidos nas 23 microrregiões inseridos no Bioma do Cerrado, ou seja, 48% da produção do estado. Tais números corroboram o reconhecimento como Patrimônio Cultural Imaterial Brasileiro pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Queijo [...], 2008) e a Indicação Geográfica (IG) para o queijo de Minas artesanal (QMA) produzido a partir de leite cru (Queijo [...], 2023).

As microrregiões do Cerrado mineiro possuem 145.699 estabelecimentos voltados para pecuária e criação de animais. Destes, 74.064 são produtores de leite cru, sendo que 75,5% são estabelecimentos familiares.

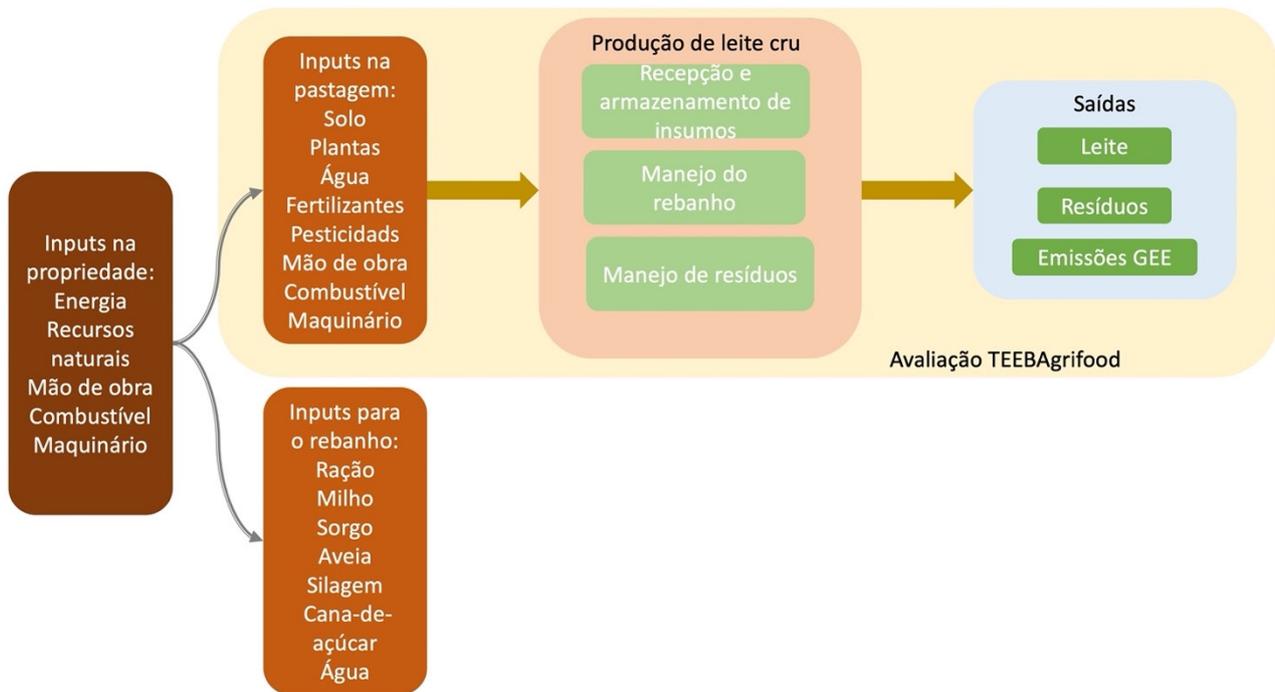
Apesar da grande diferença no número de estabelecimentos de produtores familiares e não-familiares, o número de vacas ordenhadas é relativamente próximo (Tabela 1). Os estabelecimentos não-familiares têm um rebanho com 576.197 vacas ordenhadas, enquanto os estabelecimentos familiares apresentam 664.619. Com isso, apesar de os estabelecimentos não-familiares representarem apenas 24,5% do total de estabelecimentos, eles produziram 46,4% do total de leite cru produzido na área (IBGE, 2017).

Tabela 1. Número de vacas ordenhadas nas microrregiões do Cerrado Mineiro.

| Microrregiões | Agricultura não-familiar | Agricultura Familiar |
|----------------|--------------------------|----------------------|
| Unaí | 17.239 | 35.369 |
| Paracatu | 45.998 | 75.145 |
| Januária | 8.744 | 26.027 |
| Salinas | 4.236 | 10.195 |
| Pirapora | 4.803 | 8.266 |
| Montes Claros | 17.179 | 23.850 |
| Grão Mogol | 882 | 2.747 |
| Bocaiúva | 3.407 | 5.978 |
| Diamantina | 2.405 | 3.992 |
| Capelinha | 6.270 | 16.068 |
| Ituiutaba | 27.469 | 19.659 |
| Uberlândia | 48.642 | 35.505 |
| Patrocínio | 44.547 | 65.112 |
| Patos de Minas | 56.138 | 89.344 |
| Frutal | 42.257 | 45.338 |
| Uberaba | 16.751 | 12.385 |
| Araxá | 40.449 | 48.850 |
| Três Marias | 31.603 | 20.319 |
| Curvelo | 21.202 | 11.901 |
| Bom Despacho | 50.973 | 29.433 |
| Sete Lagoas | 33.062 | 13.005 |
| Piuí | 21.774 | 39.079 |
| Passos | 30.167 | 27.052 |
| Total | 576.197 | 664.619 |

Impactos e Entradas

De acordo com a metodologia TEEB AgriFood, o primeiro passo para conhecer as entradas na cadeia de produção da pecuária leiteira no Cerrado mineiro consiste na identificação das etapas ao longo da produção do leite (Figura 3). As entradas iniciais são representadas por insumos gerais, insumos para pastagem e produção de ração e grãos (Barros et al., 2022). Os processos centrais compreendem todas as atividades da fazenda, abrangendo, portanto, a produção de leite. Como saídas, há o leite cru, os resíduos animais e as emissões de gases de efeito estufa (Barros et al., 2022). Portanto, os principais fatores internos que geram impacto neste sistema são a ampliação do rebanho e das áreas



Fonte: Adaptado de Barros et al. (2022).

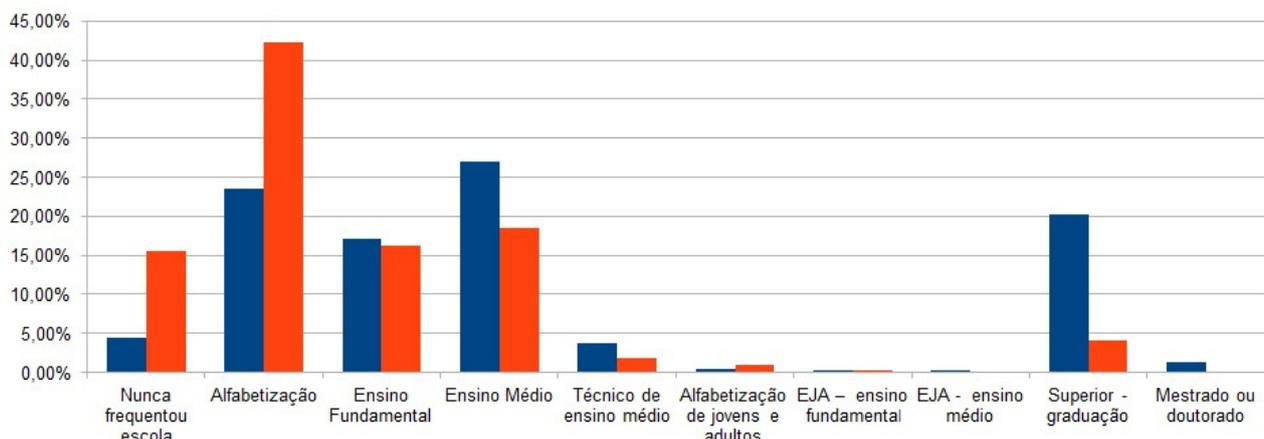
Figura 3. Principais dependências da cadeia leiteira no Cerrado Mineiro na escala do produtor. O retângulo amarelo evidência as etapas que foram consideradas nas etapas do trabalho.

de pastagens. Cabe destacar que fatores externos como crises econômicas e impactos causados por eventos climáticos também podem afetar o sistema, mas não foram considerados nessa análise.

A pecuária leiteira impactou positivamente o capital social representado pela geração de empregos. Nas microrregiões do Cerrado Mineiro, os sistemas alimentares leiteiros foram responsáveis pela geração de 452.787 empregos diretos, sendo 278.004 criados em estabelecimentos de agricultura familiar e 174.783 em estabelecimentos não-familiares (IBGE, 2017).

Em relação ao capital humano os dados relativos ao grau de escolaridade por estabelecimentos mostram que em 20,3% dos estabelecimentos não-familiares os produtores têm diploma de ensino

superior, enquanto nos estabelecimentos familiares este número cai para 4,0% (Figura 4) (IBGE, 2017). Os estabelecimentos familiares também apresentaram os índices mais baixos de escolaridade: em 15,5% dos estabelecimentos familiares os produtores não são alfabetizados e em 42,3% os produtores somente cursaram as séries iniciais de alfabetização. Em contrapartida, nos estabelecimentos não – familiares somente 4,5% nunca frequentaram escola. Outro ponto importante é que o agricultor familiar depende, na maioria dos casos, da assistência técnica pública e gratuita, enquanto os produtores não familiares, geralmente possuem mais recursos e podem contratar serviços especializados para melhor manejo de sua propriedade e adoção de novas tecnologias.



Fonte: IBGE (2017).

Figura 4. Porcentagem da escolaridade do produtor por estabelecimentos.

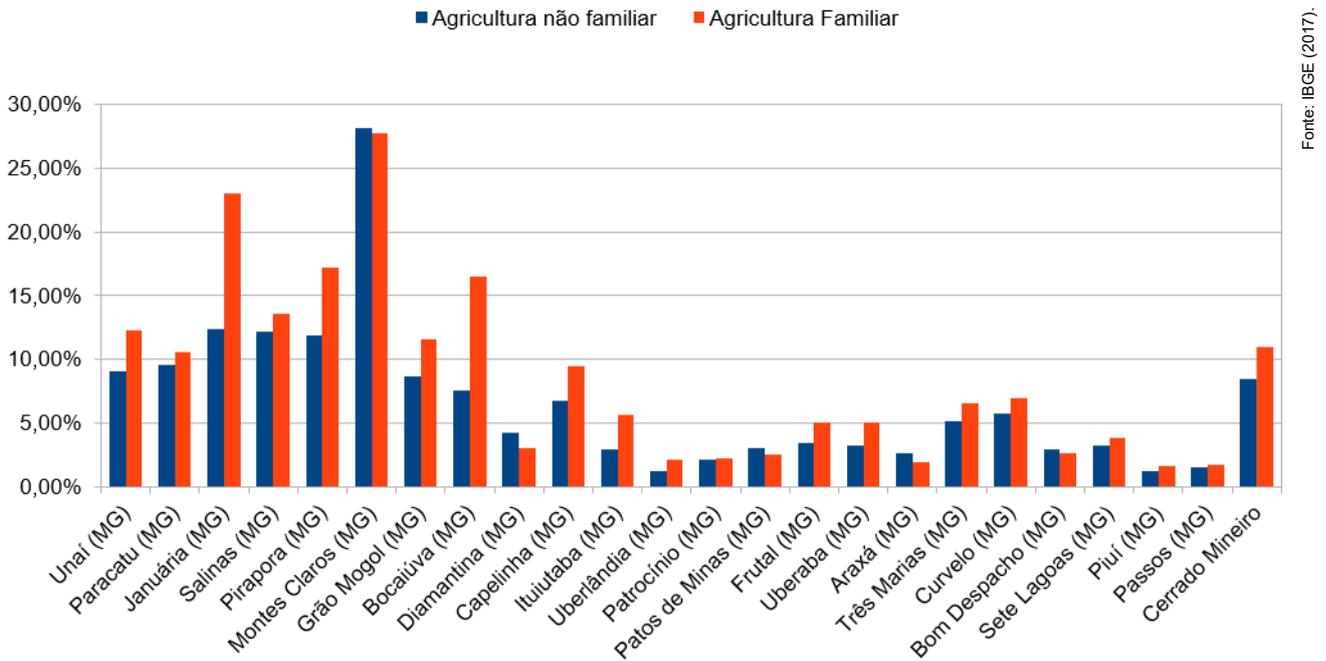


Figura 5. Porcentagem da área de pastagens degradadas nos estabelecimentos agropecuários do Cerrado Mineiro.

Em relação ao capital produzido, representado pela dependência aos recursos naturais, observou-se que a disponibilidade de terras destinadas ao uso da pecuária leiteira passou de 10.048.608 hectares para 10.096.748 hectares entre os anos de 2006 e 2016 (IBGE, 2017), revelando um ligeiro aumento na área ocupada pela atividade.

No caso do capital natural, este foi o mais afetado pelo uso do solo com a pecuária leiteira. Utilizando a qualidade da pastagem como um indicador para avaliar o impacto sobre esse capital, notou-se que, em média, 11% (383.168 ha) das áreas dos estabelecimentos da agricultura familiar e 8,4% (840.766 ha) das áreas dos estabelecimentos não-familiares no Cerrado Mineiro são ocupadas por pastagens degradadas, Figura 5 (IBGE, 2017).

Tal fenômeno reflete a baixa adoção de práticas conservacionistas nos estabelecimentos agropecuários da região: 53,3% dos estabelecimentos não-familiares e 59,8% dos estabelecimentos familiares não praticam nenhuma forma de manejo conservacionista (IBGE, 2017). Entre as práticas conservacionistas com maior adoção em ambas as categorias de estabelecimento agropecuário estão a rotação de culturas e o pousio dos solos (Figura 6).

Valoração do Impacto no capital Natural

Globalmente, 1 bilhão de ha de terra arável está abandonada ou sob algum nível de degradação (Gibbs; Salmon, 2015). No Brasil, a degradação das pastagens se correlaciona positivamente com

a ineficiência da agropecuária, de acordo com os estudos feitos por Feltran-Barbieri e Féres (2021) em torno de 18% das áreas de pastagem no Brasil estão degradadas.

Logo, a recuperação de pastagens degradadas é uma oportunidade para aumentar a produtividade

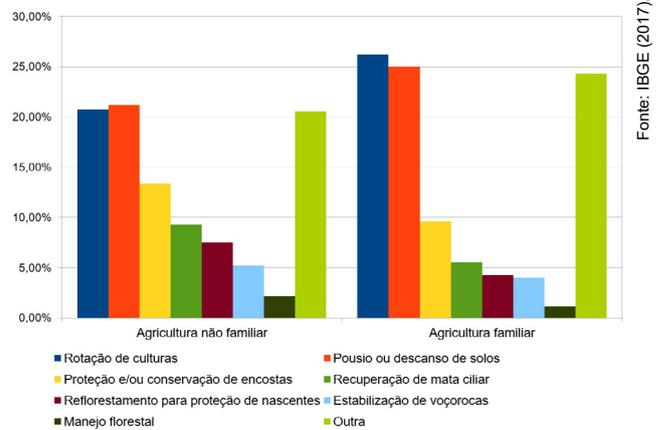


Figura 6. Porcentagem das práticas conservacionistas nos estabelecimentos que adotam essas práticas.

e a competitividade da pecuária brasileira no curto prazo. Assim, a estimativa da perda de solo e o potencial de degradação da pastagem podem ser um proxy adequado para posterior quantificação da capacidade de prestação de serviços ecossistêmicos do solo (Távora et al., 2022).

A perda de solo está diretamente relacionada com a depreciação do serviço ecossistêmico de controle de erosão, que leva a uma perda de produtividade, já que interfere na produtividade das

pastagens utilizadas como fonte de alimento para os rebanhos (Falcão et al., 2020). Por outro lado, a adoção de práticas conservacionistas, como o pousio das pastagens, pode contribuir para o aumento da produtividade e a conservação ambiental (Sone et al., 2020).

Outro impacto associado às externalidades negativas no capital natural causado pela degradação das pastagens é a perda da capacidade de armazenamento de carbono nos solos. Segundo Lal (2004), os solos são um dos principais reservatórios de armazenamento de carbono, pois armazenam três vezes mais que a atmosfera e quatro vezes mais que a biota (Lal, 2004; Silva; Machado, 2000).

Com base no modelo de perda de solos em áreas de pastagem do Cerrado Brasileiro criado por Gomes et al. (2019) estimamos que, os estabelecimentos de agricultura não-familiar podem perder mais de 12,5 milhões de toneladas de solo por ano, enquanto em estabelecimentos de agricultura familiar o valor estimado é de 5,7 milhões de toneladas de solo por ano (Figura 7).

Com base no Atlas Digital das Pastagens Brasileiras (Universidade Federal de Goiás, 2021) foi possível avaliar que 60% dos solos com pastagem degradadas no Cerrado Mineiro armazenam até 39 MgC por hectare (Figura 8). Este resultado vai ao encontro dos

valores observados por Rosendo e Rosa (2012) e Freitas et al. (2020), de 34,63 e 39,45 MgC, respectivamente, por hectare em pastagens degradadas no Cerrado. Já, áreas com pasto bem manejado apresentam valores de 43,92 MgC por hectare (Rosendo; Rosa, 2012) e 47,36 MgC por hectare (Freitas et al., 2020). Cerca de 33,5% das áreas de pastagens degradadas armazenam entre 39 MgC e 42 MgC, e 5,77% destas áreas armazenam entre 42,1MgC e 45MgC (Figura 8). Logo, considerando que, em média, as áreas de pastagens degradadas armazenam 39 MgC ha⁻¹ ano⁻¹ e as pastagens bem manejadas 43 MgC ha⁻¹ ano⁻¹, a recuperação das pastagens degradadas no Cerrado Mineiro teriam o potencial de mitigar 5,8 milhões de toneladas de carbono por ano.

Para além dos impactos atribuídos ao capital natural, a falta de manejo adequado afeta a produtividade do rebanho, o que tem um impacto direto no rendimento dos estabelecimentos, no capital produzido e no fluxo de saídas, como, por exemplo, nos custos e valor da produção. Apesar de ter um quantitativo de cabeças de gado leiteiro menor, os estabelecimentos não-familiares conseguiram ter uma maior produtividade quando comparados com os estabelecimentos familiares. Em 2017, foram produzidos 2,19 bilhões

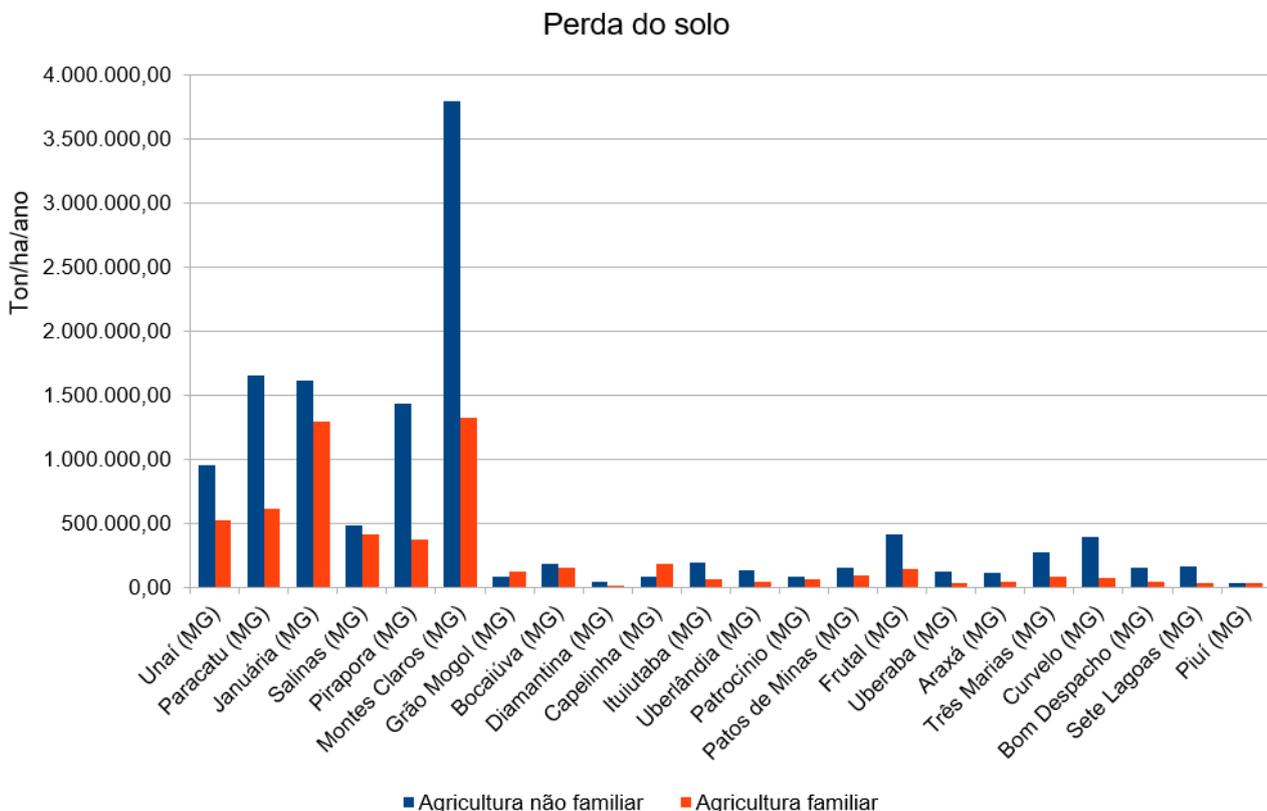


Figura 7. Perda de solo nos diferentes estabelecimentos das microrregiões inseridas no Bioma Cerrado no Estado de Minas Gerais.

litros nos estabelecimentos não-familiares e 2,01 bilhões litros nos familiares. Esta maior produtividade também é revertida nos valores encontrados na relação entre o valor produzido e o número de vacas ordenhadas. Na média, os estabelecimentos não-familiares tiveram uma receita de R\$ 3.542,53 por unidade animal por ano, enquanto, os estabelecimentos familiares faturam R\$ 2.659,37 (Tabela 2).

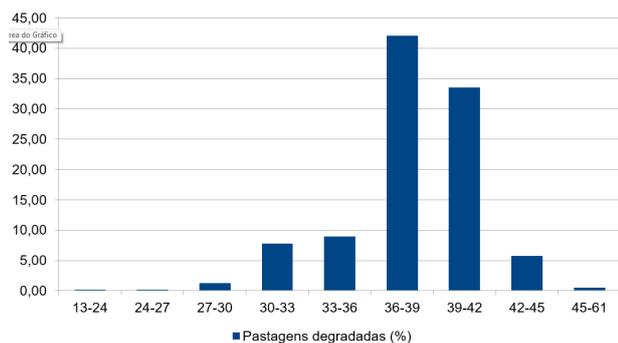


Figura 8. Porcentagem das classes de estoque de carbono na camada de 0-20 cm em relação à área total de pastagens degradadas.

No que diz respeito a emissão de GEE, a pecuária é responsável por 18% das emissões totais de gases de efeito estufa (GEE), isto engloba 9% das emissões totais de CO₂ e 37% das emissões totais de metano, decorrentes da fermentação ruminal (Berndt; Romero Solórzano; Sakamoto, 2013) e da emissão de óxido nitroso a partir do esterco (Slozhenkina et al., 2022). Segundo Potenza et al. (2021), em 2020, no Brasil, a pecuária foi responsável pela emissão de 477 milhões de toneladas de CO₂ equivalente, deste total 93% correspondem aos rebanhos de pecuária leiteira e de corte, o restante está associado a atividades ligadas à pecuária.

No entanto, a integração das áreas de pastagem com florestas, em arranjo silvipastoril, consegue neutralizar a emissão do metano pelo bovino, a partir da fixação de carbono pelas árvores (Gontijo Neto et al., 2018). Segundo Assad et al. (2019), a conversão de pastagens degradadas em ILPF aumenta a taxa de armazenamento de carbono no solo em 1,6 MgC ha⁻¹ ano⁻¹. Assim, uma estratégia promissora para recuperação e otimização das áreas de pastagem é a expansão de áreas de sistemas integrados. Contudo, no estado de Minas Gerais somente 8,3% das áreas de pastagens estão integradas no sistema Lavoura-Pecuária Floresta (Rede ILPF, 2021).

Tabela 2. Rendimento gerado pela produção por unidade animal ordenhada para o ano de 2017.

| Microrregiões | Agricultura não-familiar (R\$/U.A/Ano) | Agricultura familiar (R\$/U.A/Ano) |
|----------------|--|------------------------------------|
| Unaí | 3.857,07 | 2.736,66 |
| Paracatu | 3.798,51 | 3.167,88 |
| Januária | 1.905,88 | 1.899,95 |
| Salinas | 1.930,59 | 1.785,38 |
| Pirapora | 2.031,02 | 1.879,14 |
| Montes Claros | 2.202,98 | 1.692,08 |
| Grão Mogol | 2.235,83 | 2.145,61 |
| Bocaiúva | 2.718,81 | 1.793,91 |
| Diamantina | 1.921,83 | 1.820,64 |
| Capelinha | 2.361,88 | 2.099,64 |
| Ituiutaba | 3.752,92 | 2.850,09 |
| Uberlândia | 4.632,64 | 3.033,09 |
| Patrocínio | 5.738,82 | 3.905,52 |
| Patos de Minas | 6.406,30 | 4.600,49 |
| Frutal | 2.622,36 | 2.413,45 |
| Uberaba | 3.453,88 | 2.457,97 |
| Araxá | 4.427,80 | 3.679,82 |
| Três Marias | 4.978,17 | 3.317,19 |
| Curvelo | 2.672,48 | 1.892,78 |
| Bom Despacho | 4.569,38 | 3.096,49 |
| Sete Lagoas | 4.115,99 | 2.432,99 |
| Piuí | 3.708,05 | 2.889,12 |
| Passos | 5.434,98 | 3.575,67 |
| Média | 3.542,53 | 2.659,37 |

Fonte: IBGE (2017).

Discussão

A não adoção de práticas conservacionistas é responsável por um aumento das externalidades negativas causadas pela cadeia leiteira, o que pode levar à degradação dos serviços ecossistêmicos do solo como, por exemplo, ciclagem de nutrientes, controle da erosão e sequestro de carbono.

Esta situação reflete a falta de capital humano presente nos estabelecimentos, já que isto pode ser um indicativo da falta de acesso ao conhecimento/treinamento ou de dificuldades de acesso aos meios técnicos para promover estas atividades (Hein; Silva, 2019). Além disso, os dados apresentados

evidenciam as diferenças de dinâmicas entre estabelecimentos familiares e não familiares. Isto pode ser também um *proxy* importante na definição de prioridades de ações de conservação do solo, uma vez que as propriedades menores tendem a ter um uso mais intensivo das pastagens, com maior proporção de cabeças por hectare. No entanto, essa intensificação não é feita de forma sustentável, o que contribui para menor produção e ganhos do produtor familiar. Este menor rendimento dos agricultores familiares, conjuntamente, com um cenário de degradação do capital natural, pode levar a uma deterioração do capital humano e capital social, uma vez que, a insegurança acerca dos meios de produção compromete a qualidade de vida dos agricultores e se mostra como obstáculo para o processo de empoderamento e organização por parte destes agricultores.

Nesse contexto, a assistência técnica é fundamental para o desenvolvimento da produção leiteira da região. Segundo Espinel, Schlüter e Resende (2019), ela é importante porque permite que os produtores utilizem melhor os recursos, aprendam noções básicas de manejo, nutrição animal, reprodução e saúde, os quais são pontos essenciais para a pecuária leiteira. Além disso, os mesmos autores ressaltam que a assistência técnica é importante para mudar hábitos e procedimentos que são inadequados e, no longo prazo, afetam a cadeia. Contudo, a assistência técnica deve priorizar as práticas sustentáveis, pois conforme Silva, Sant'Ana e Maia (2018), o acesso ao crédito rural e o apoio técnico podem também intensificar processos produtivos não sustentáveis, o que pode causar um aumento do processo de degradação ambiental.

Conclusão

A metodologia TEEBAgrifood permitiu que se entendesse as relações entre os diferentes capitais e como as externalidades produzidas pela cadeia produtiva do leite podem impactar estes capitais. De modo geral, ficou evidente que o capital natural é o mais impactado pelas externalidades geradas pelo processo produtivo. A falta de adoção de práticas conservacionistas tanto em estabelecimentos familiares como não-familiares faz com que o processo de degradação seja intensificado, o que, no que lhe concerne, afeta a prestação de serviços ecossistêmicos. Um exemplo disto, é que as áreas de pastagem degradadas no Cerrado Mineiro apresentaram baixos valores de estoque de carbono, quando comparadas à pastagem bem manejada.

Um ponto que demonstra as relações entre os diferentes capitais é que as propriedades de agricultura familiar possuem maior área de pastagem degradada em relação ao tamanho da propriedade, resultando em menor rendimento quando comparado com os estabelecimentos não-familiares.

Além disso, o capital humano também se mostrou como um importante ativo para melhor rendimento da cadeia produtiva, já que os produtores dos estabelecimentos não-familiares apresentaram um grau de escolaridade maior quando comparado aos agricultores familiares.

Por fim, a metodologia TEEBAgrifood surge como uma importante ferramenta de análise para avaliar os impactos e as externalidades existentes em sistemas alimentares. Contudo, a falta de dados em uma escala de maior detalhe impede uma análise mais aprofundada de certas dinâmicas. Apesar disso, esta é uma importante ferramenta para o desenvolvimento de políticas públicas, já que a facilidade de acesso a dados secundários permite uma análise integrada.

Referências

- ASSAD, E. D.; MARTINS, S. C.; CORDEIRO, L. A. M.; EVANGELISTA, B. A. Sequestro de carbono e mitigação de emissões de gases de efeito estufa pela adoção de sistemas integrados. In: BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G. de; LAURA, V. A.; BALBINO, L. C.; FERREIRA, A. D. (ed.). **ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. cap. 11, p. 153-167. Disponível em: <https://ainfo.cnpia.embrapa.br/digital/bitstream/item/202846/1/CAP-11-LUIZ-ADRIANO.pdf>. Acesso em: 27 out. 2023.
- BARROS, M. V.; SALVADOR, R.; MACIEL, A. M.; FERREIRA, M. B.; PAULA, V. R. de; FRANCISCO, A. C. de; ROCHA, C. H. B.; PIEKARSKI, C. M. An analysis of Brazilian raw cow milk production systems and environmental product declarations of whole milk. **Journal of Cleaner Production**, v. 367, 133067, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133067>.
- BERNDT, A.; ROMERO SOLÓRZANO, L. A.; SAKAMOTO, L. S. Pecuária de corte frente à emissão de gases de efeito estufa e estratégias diretas e indiretas para mitigar a emissão de metano. In: SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 6.; BRAZILIAN RUMINANT NUTRITION CONFERENCE, 4., 2013, Botucatu. **Anais: proceedings**. Botucatu: Unesp, 2013. p. 3-15. Disponível em: <https://ainfo.cnpia.embrapa.br/digital/bitstream/item/95338/1/PROCI-2013.00235.pdf>. Acesso em: 27 out. 2023.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Mapa do Leite. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/portal-do-leite/mapa-do-leite/>. Acesso em: 16 nov. 2023.

- ELLIS, F. **Rural livelihoods and diversity in developing countries**. New York: Oxford University Press, 2000. 273 p.
- ESPINEL, M. L.; SCHLÜTER, S.; RESENDE, C. M. de S. Towards good agricultural practices in smallholder dairy production systems from an animal welfare perspective. In: NEHREN, U.; SCHLÜTER, S.; RAEDIG, C.; SATTLER, D.; HISSA, H. (ed.). **Strategies and tools for a sustainable rural Rio de Janeiro**. Cham: Springer, 2019. cap. 8, p. 105-119. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-89644-1_8.
- FAO. **FAOSTAT: livestock primary**. Roma, 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>. Acesso em: 28 mar. 2019.
- FALCÃO, K. dos S.; PANACHUKI, E.; MONTEIRO, F. das N.; MENEZES, R. da S.; RODRIGUES, D. B. B.; SONE, J. S.; OLIVEIRA, P. T. S. Surface runoff and soil erosion in a natural regeneration area of the Brazilian Cerrado. **International Soil and Water Conservation Research**, v. 8, n. 2, p. 124-130, Jun. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2020.04.004>.
- FELTRAN-BARBIERI, R.; FÉRES, J. G. Degraded pastures in Brazil: improving livestock production and forest restoration. **Royal Society Open Science**, v. 8, n. 7, 201854, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1098/rsos.201854>.
- FREITAS, I. C. de; RIBEIRO, J. M.; ARAÚJO, N. C. A.; SANTOS, M. V.; SAMPAIO, R. A.; FERNANDES, L. A.; AZEVEDO, A. M.; FEIGL, B. J.; CERRI, C. E. P.; FRAZÃO, L. A. Agrosilvopastoral systems and well-managed pastures increase soil carbon stocks in the Brazilian Cerrado. **Rangeland Ecology & Management**, v. 73, n. 6, p. 776-785, Nov. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rama.2020.08.001>.
- GIBBS, H. K.; SALMON, J. M. Mapping the world's degraded lands. **Applied Geography**, v. 57, p. 12-21, Feb. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.11.024>.
- GOMES, L.; SIMÕES, S. J.; DALLA NORA, E. L.; SOUSA-NETO, E. R. de; FORTI, M. C.; OMETTO, J. P. H. Agricultural expansion in the Brazilian Cerrado: increased soil and nutrient losses and decreased agricultural productivity. **Land**, v. 8, n. 1, 12, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/land8010012>.
- GONTIJO NETO, M. M.; BORGHI, E.; RESENDE, A. V. de; CAMPANHA, M. M.; COSTA, T. C. e C. da; SIMÃO, E. de P.; ALMEIDA, R. G. de; ALVES, F. V.; PORFIRIO-DASILVA, V. **Mitigação de gases de efeito estufa em sistema de Integração Pecuária-Floresta e potencial de produção de Carne Carbono Neutro**: Fazenda Lagoa dos Currais, Curvelo-MG. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2018. 17 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 230). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/198893/1/doc-230-1.pdf>. Acesso em: 30 out. 2023.
- HEIN, A. F.; SILVA, N. L. S. da. A insustentabilidade na agricultura familiar e o êxodo rural contemporâneo. **Estudos Sociedade e Agricultura**, v. 27, n. 2, p. 394-417, jun./set. 2019. DOI: <https://doi.org/10.36920/esa-v27n2-8>.
- IBGE. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>. Acesso em: 19 nov. 2022.
- IPBES. **Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services**. Bonn: IPBES Secretariat, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>.
- LAL, R. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. **Science**, v. 304, n. 5677, p. 1623-1627, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1097396>.
- MURADIAN, R. **Payments for ecosystem services as incentives for collective action**. Society & Natural Resources, v. 26, n. 10, p. 1155-1169, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1080/08941920.2013.820816>.
- MAPBIOMAS. **MapBiomass general "handbook"**: Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD). 2019. p. 42.
- POTENZA, R. F.; QUINTANA, G. de O.; CARDOSO, A. M.; TSAI, D. S.; CREMER, M. dos S.; SILVA, F. B. e; CARVALHO, K.; COLUNA, I.; SHIMBO, J.; SILVA, C.; SOUZA, E.; ZIMBRES, B.; ALENCAR, A.; ANGELO, C.; AZEVEDO, T. **Análise das emissões brasileiras de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil 1970-2020**. Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa, 2021. Disponível em: https://energiaeambiente.org.br/wp-content/uploads/2021/10/OC_03_relatorio_2021_FINAL.pdf. Acesso em: 31 out. 2023.
- QUEIJO Artesanal de Minas vira patrimônio cultural. 16 maio 2008. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/noticias/detalhes/2033/queijo-artesanal-de-minas-vira-patrimonio-cultural>. Acesso em: 11 out. 2023.
- QUEIJO Minas Artesanal do Cerrado obtém reconhecimento de Indicação Geográfica. **Agência Minas**, 2 ago. 2023. Disponível em: <https://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/queijo-minas-artesanal-do-cerrado-obtem-reconhecimento-de-indicacao-geografica>. Acesso em: 11 out. 2023.
- REDE ILPF. **ILPF em números**. 2021. Disponível em: <https://redeilpf.org.br>. Acesso em: 6 jan. 2023.
- ROSENDO, J. dos S.; ROSA, R. Comparação do estoque de C estimado em pastagens e vegetação nativa de Cerrado. **Sociedade & Natureza**, ano 24, n. 2, p. 359-376, maio/ago. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1982-45132012000200014>.

SANDHU, H.; MÜLLER, A.; SUKHDEV, P.; MERRIGAN, K.; TENKOUANO, A.; KUMAR, P.; HUSSAIN, S.; ZHANG, W.; PENGUE, W.; GEMMILL-HERREN, B.; HAMM, M. W.; TIRADO VON DER PAHLEN, M. C.; OBST, C.; SHARMA, K.; GUNDIMEDA, H.; MARKANDYA, A.; MAY, P.; PLATAIS, G.; WEIGELT, J. The future of agriculture and food: evaluating the holistic costs and benefits. **The Anthropocene Review**, v. 6, n. 3, p. 270-278, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1177/2053019619872808>.

SANDHU, H.; MÜLLER, A.; SUKHDEV, P. Transformation of agriculture and food systems: application of TEEBAgriFood framework. **Solutions**, v. 10, n. 2, p. 73-79, 2019. Disponível em: <https://thesolutionsjournal.com/transformation-agriculture-food-systems-application-teebagri-food-framework/>. Acesso em: 1 nov. 2023.

SILVA, C. A.; MACHADO, P. L. O. de A. **Seqüestro e emissão de carbono em ecossistemas agrícolas: estratégias para o aumento dos estoques de matéria orgânica em solos tropicais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 23 p. (Embrapa Solos. Documentos, 19). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/36232/1/Seqüestro-e-emissao.pdf>. Acesso em: 1 nov. 2023.

SILVA, F. C. da; SANT'ANA, A. L.; MAIA, A. H. Public policy on the family farming sector in Brazil: towards a model of sustainable agriculture. **African Journal of Agricultural Research**, v. 13, n. 33, p. 1719-1729, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR2018.13322>.

SLOZHENKINA, A. A.; MOSOLOVA, N. I.; KOMLATSKY, G. V.; GORLOV, I. F.; PUZANOVA, V. A.; MOSOLOV, A. A.; SURKOVA, S. A. Environmentally oriented techniques to reduce methanogenesis in dairy farming. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 1076, n. 1, p. 012061, 2022. DOI: <https://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/1076/1/012061>.

SONE, J. S.; OLIVEIRA, P. T. S.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; ARAUJO, A. R. de; ZAMBONI, P. A. P.; VIEIRA, N. O. M.; CARVALHO, G. A.; ALVES SOBRINHO, T. Effects of nitrogen fertilisation and stocking rates on soil erosion and water infiltration in a Brazilian Cerrado farm. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, n. 304, 107159, Dec. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107159>.

TÁVORA, G. S. G.; TURETTA, A. P. D.; SILVA, A. S. da; SIMÕES, B. F. T.; NEHREN, U. Trade-offs and synergies in agricultural landscapes: a study on soil-related ecosystem services in the Brazilian Atlantic rainforest. **Environmental and Sustainability Indicators**, v. 16, 100205, Dec. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indic.2022.100205>.

TEEB. **TEEB for agriculture & food: scientific and economic foundations**. Geneva: United Nations Environment, 2018. Disponível em: https://teebweb.org/wp-content/uploads/2018/11/Foundations_Report_Final_October.pdf. Acesso em: 1 nov. 2023.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS. Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento. **Atlas digital das pastagens brasileiras**. 2021. Disponível em: <https://atlasdaspastagens.ufg.br/>. Acesso em: 30 out. 2023.

WHITMEE, S.; HAINES, A.; BEYRER, C.; BOLTZ, F.; CAPON, A. G.; DIAS, B. F. de S.; EZEH, A.; FRUMKIN, H.; GONG, P.; HEAD, P.; HORTON, R.; MACE, G. M.; MARTEN, R.; MYERS, S. S.; NISHTAR, S.; OSOFSKY, S. A.; PATTANAYAK, S. K.; PONGSIRI, M. J.; ROMANELLI, C.; SOUCAT, A.; VEGA, J.; YACH, D. Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: report of The Rockefeller Foundation-Lancet Commission on planetary health. **Lancet**, v. 386, n. 10007, p. 1973-2028, Nov. 2015. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)60901-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60901-1).