



CONTRIBUIÇÃO DOS INVENTÁRIOS DE CICLO DE VIDA REGIONAIS NA ESTIMATIVA DA PEGADA DE CARBONO DO LEITE NO BRASIL

Thaís de Souza Miranda¹
Virginia Mendonça Lourenço Benhami²
Ellen de Almeida Moreira³
Bruno Campos de Carvalho⁴
Thierry Ribeiro Tomich⁵
Vanessa Romário de Paula⁶

Mudanças Climáticas

Resumo

O Acordo de Paris, assinado em 2015, impulsionou diversos países, incluindo o Brasil, a estabelecer metas para reduzir emissões de gases de efeito estufa (GEE) e conter o aumento da temperatura global. No Brasil, a bovinocultura de leite representa papel relevante tanto na economia, quanto nas emissões totais de GEE. A Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) é amplamente utilizada para estimar as emissões de GEE, através da pegada de carbono, identificando etapas críticas no ciclo de vida de produtos e orientando a redução de impactos ambientais. No entanto, um dos desafios da ACV é a escassez de dados regionais, o que pode comprometer a precisão das análises. Em resposta, o SICV Brasil foi criado para abrigar inventários nacionais e garantir maior acurácia nos resultados de pegada de carbono no Brasil. Este estudo comparou a pegada de carbono do leite, através da aplicação da ACV, em uma fazenda de Minas Gerais, em dois cenários: utilizando *datasets* globais; e *datasets* de insumos e processos nacionais. A pegada de carbono do leite foi de 1,119 kg CO₂-eq/kg FPCM no cenário global e 0,931 kg CO₂-eq/kg FPCM no nacional, proporcionando uma redução de 17% de emissões. Essa redução se deu principalmente devido à substituição do *dataset* de insumos, como o milho e o farelo de soja, global pelo nacional. Destaca-se a importância de priorizar inventários regionais para uma avaliação ambiental mais precisa e para o desenvolvimento de estratégias sustentáveis mais assertivas.

Palavras-chave: Pecuária leiteira. Avaliação de Ciclo de Vida. Gases de Efeito Estufa.

¹Bolsista de Estímulo à Inovação, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Gado de Leite; thaismir92@gmail.com.

² Bolsista de Estímulo à Inovação, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Gado de Leite; virginiamlbenhami@gmail.com.

³ Bolsista de Estímulo à Inovação, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Gado de Leite; ellen.almeida.moreira@hotmail.com.

⁴ Pesquisador, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Gado de Leite; bruno.carvalho@embrapa.br.

⁵ Pesquisador, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Gado de Leite; thierry.tomich@embrapa.br.

⁶ Analista, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Gado de Leite; vanessa.paula@embrapa.br.



INTRODUÇÃO

Em 2015, diversas nações, incluindo o Brasil, aprovaram o Acordo de Paris, considerado o tratado climático mais significativo desde o Protocolo de Quioto, de 1992. O acordo estabelece metas para reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) e limitar o aumento da temperatura global a menos de 2°C, a fim de evitar danos irreversíveis à biodiversidade e comprometer a agricultura, indústria, infraestrutura e o desenvolvimento econômico global (Vital, 2018).

No Brasil, a bovinocultura de leite desempenha um papel relevante tanto na economia, quanto nas emissões totais de GEE, uma vez que o país se destaca entre os maiores produtores mundiais de leite (Tomich et al., 2024). O Plano de Adaptação e Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC+), é uma iniciativa do governo brasileiro para o período de 2020-2030, que visa controlar as emissões de GEE e promover a produção sustentável no setor agropecuário (Mapa, 2023).

A quantificação das emissões de GEE, através da estimativa da pegada de carbono permite comparar sistemas de produção, identificar melhores práticas e estabelecer metas claras de redução de emissões (Pinto et al., 2024). Além disso, a busca pela redução da pegada de carbono do leite está diretamente ligada ao aumento da eficiência produtiva e à necessidade de alinhamento com metas das grandes indústrias de laticínios, que pretendem zerar as emissões líquidas de GEE até 2050 (Tomich et al., 2024).

A Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) tem sido amplamente aceita e reconhecida como uma das ferramentas ambientais mais completas, identificando etapas críticas em termos de uso de recursos naturais e geração de impactos ao longo de todo o ciclo de vida do produto. Por isso, é ideal para atender à crescente demanda por sustentabilidade ambiental (Motta, Issberner e Prado, 2018). Dessa forma, permite estimar as emissões de GEE, identificando as principais fontes de emissões e viabilizando a implementação estratégias para redução.

Nas últimas duas décadas, diversos estudos sobre ACV foram realizados para avaliar os impactos ambientais da produção de leite de vaca em sistemas intensivos, semi-intensivos, convencionais e orgânicos (Wang et al., 2020; Mazzetto et al., 2020; Carvalho et al., 2022). Finnegan



e Goggins (2021) destacam que muitos desses estudos focam na estimativa do potencial de aquecimento global da produção de leite. Esta afirmação evidencia que a maior contribuição de GEE dos derivados lácteos está na fazenda, pois os maiores impactos em diferentes categorias se devem à fase de produção (FAO, 2023).

No entanto, um dos desafios na aplicação de ACV no Brasil, como evidenciado por Monteiro, Gomes e Pacheco (2023), é a deficiência de inventários de produtos com informações representativas das diferentes regiões brasileiras, limitando a precisão e a comparabilidade dos estudos. Da mesma forma, Silva, Chabrawi e Oliveira (2017), identificaram que 44,4% das empresas relatam a ausência de conjuntos de dados adaptados ao contexto brasileiro como a principal dificuldade na realização de estudos de ACV.

O banco de dados de Inventário de Ciclo de Vida (ICV) visa cobrir atividades nas regiões mais relevantes de extração ou manufatura de produto, dependendo da qualidade e disponibilidade dos dados. A maioria das atividades são representada no nível global para refletir a produção média global, especialmente quando dados específicos não estão disponíveis. As atividades podem ter diferentes resoluções geográficas, como estado, país ou continente, para melhor representar a realidade local (Ecoinvent, 2023).

Para fortalecer a aplicação da ACV no Brasil, o Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict) lançou, em 2016, o Banco Nacional de Inventários do Ciclo de Vida – SICV Brasil, criado para abrigar ICVs de produtos nacionais. O sistema é um gerenciador de bases de dados consolidado de ICVs de produtos brasileiros (Ibict, 2024). No entanto, muitas das ferramentas utilizadas para calcular a ACV ainda não integram adequadamente os dados regionalizados do SICV, limitando a precisão das análises no contexto local.

O objetivo deste estudo foi avaliar a diferença ao usar ICVs globais e regionais no cálculo da pegada de carbono do leite. A avaliação é essencial para uma análise ambiental mais precisa e para o desenvolvimento de estratégias sustentáveis alinhadas às condições regionais do país.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado considerando os requisitos das normas ABNT ISO 14040, ISO 14044 e ISO 14067. A técnica de ACV compreende quatro fases distintas: definição de objetivo e escopo, análise de inventário, avaliação de impactos e interpretação (ABNT, 2014). A ABNT ISO 14067 foi



utilizada para atender diretrizes e requisitos para a quantificação e comunicação da pegada de carbono de produtos (ABNT, 2023).

EXTREMOS CLIMÁTICOS: IMPACTOS ATUAIS E RISCOS FUTUROS

A ACV é uma abordagem normalizada pelas ISO 14040 e 14044, definida como uma técnica utilizada para avaliar os impactos ambientais potenciais associados a um produto ou atividade em todas as fases do seu ciclo de vida. Isso é feito através da compilação de todas as entradas de recursos e saídas de emissões ao meio ambiente, desde a extração da matéria-prima até a disposição final (ABNT, 2014). O conjunto de todas as entradas e saídas de um produto é definido como ICV.

Para a realização do estudo, foram usados dados de uma fazenda em Minas Gerais de produção de leite em sistema tipo semiconfinado. O rebanho é composto por 214 animais, incluindo 123 vacas em lactação, 10 vacas secas, 55 novilhas e 26 bezerros. A alimentação do gado inclui pasto, milho em grão, farelo de soja e sal mineral. A pastagem compreende 16 hectares, e recebe aplicação de fertilizante nitrogenado. A produtividade média registrada é de 19,30 kg de leite por vaca por dia.

A unidade funcional considerada foi 1 kg de FPCM (*Fat and Protein Corrected Milk*) — leite corrigido para gordura e proteína, seguindo as orientações da Federação Internacional de Laticínios (IDF, 2022) (Equação 1).

$$FPCM (kg) = Produção (kg) \times [0.1226 \times Gord (\%) + 0.0776 \times Prot (\%) + 0.2534] \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

- FPCM: leite corrigida para gordura e proteína (em kg);
- Produção: quilograma de leite in natura na porta da fazenda (em kg);
- Gord.: teor de gordura no leite in natura (em %);
- Prot.: teor de proteína no leite in natura (em %).

O limite do sistema para este estudo foi definido como do berço ao portão da fazenda. O estudo utilizou dados primários, incluindo informações sobre insumos para alimentação animal, consumo de energia elétrica, e insumos agrícolas. O método IPCC 2021 AR 6 foi adotado para o cálculo de potencial impacto na categoria de mudança climática (kg CO₂-eq). Para a modelagem do sistema de produto e o cálculo dos impactos ambientais foi utilizando o *software* openLCA, versão 2.0.3.

Foram estabelecidos dois cenários para analisar o efeito dos *datasets* global (GLO) – cenário 1 – e nacional (BR) – cenário 2 – nos resultados de pegada de carbono do leite. Em ambos os cenários, os cálculos de emissões direta, como metano entérico e, metano e óxido nitroso dos dejetos seguiram o mesmo requisito do guia do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC), Capítulo 10,



EXTREMOS CLIMÁTICOS, IMPACTOS ATUAIS E RISCOS FUTUROS

No cenário 1, foi considerado *datasets* globais para os insumos farelo de soja, milho, suplementação mineral e eletricidade. No cenário 2, para os insumos farelo de soja, milho e eletricidade foram usados *datasets* nacionais, enquanto para a suplementação mineral foi utilizado o *dataset* global, por falta de base de dados brasileira específica para o insumo em questão. Em ambos os cenários foi empregado como referência para os dados secundários o Ecoivent 3.8, como detalhado na Tabela 1.

Tabela 1 - Fonte dos dados secundários

Dados do sistema	Categoria	Cenário 1	Cenário 2
Eletricidade	351: Electric power generation, transmission and distribution	Market for electricity voltage, medium voltage Electricity, medium voltage Cutoff, U - GLO	Market for electricity voltage, medium voltage Electricity, medium voltage Cutoff, U - BR-Southern grid
Farelo de soja	104: Manufacture of vegetable and animal oils and fats	Market for soybean meal Soybean meal Cutoff, U - Row	Market for soybean meal Soybean meal Cutoff, U - BR
Fertilizante inorgânico N	016: Support activities to agriculture and post-harvest crop activities	Market for inorganic nitrogen fertiliser, as N Inorganic nitrogen fertiliser, as N Cutoff, U - Row	Market for inorganic nitrogen fertiliser, as N Inorganic nitrogen fertiliser, as N Cutoff, U - BR
Milho	011: Growing of non-perennial crops	Market for maize grain Maize grain Cutoff, U - Row	Market for maize grain Maize grain Cutoff, U - BR
Suplemento mineral	108: Manufacture of prepared animal feeds	Market for mineral supplement, for beef cattle Mineral supplement, for beef cattle Cutoff, U - GLO	Market for mineral supplement, for beef cattle Mineral supplement, for beef cattle Cutoff, U - GLO

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das principais fontes de emissão de GEE e contribuição na pegada de carbono do



leite para 1 kg de FPCM estão ilustrados na Figura 1.

EXTREMOS CLIMÁTICOS: IMPACTOS ATUAIS E RISCOS FUTUROS

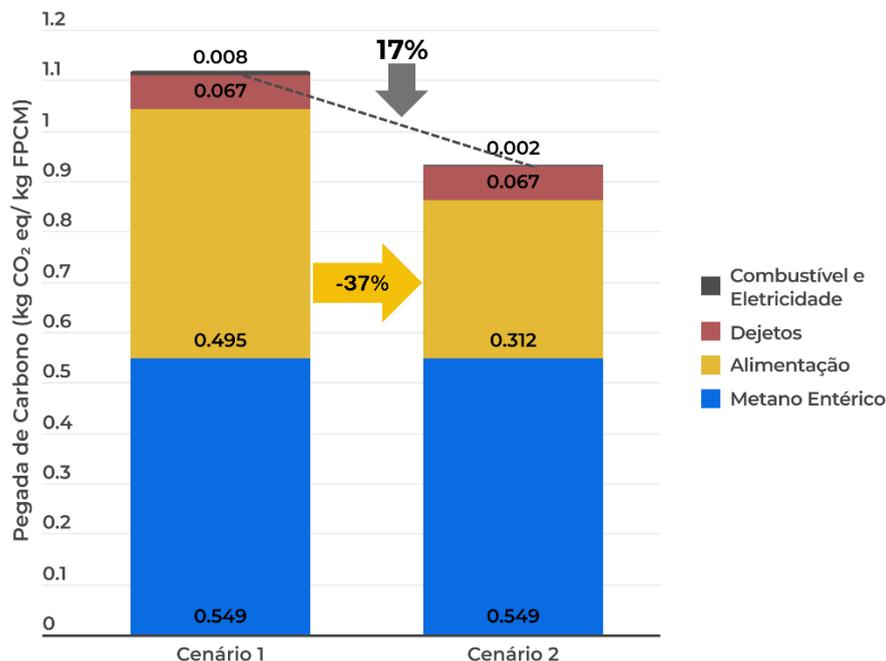


Figura 1 - Principais fontes de emissão de GEE e contribuição na pegada de carbono do leite.

A pegada de carbono da produção de leite correspondeu a 1,119 kg CO₂-eq/kg FPCM no cenário 1, em que foi considerado o ICV de insumos globais e, 0,931 kg CO₂-eq/kg FPCM para o cenário 2, considerando o ICV de insumos nacionais. O principal contribuinte está relacionado à emissão de metano entérico, representando 0,549 kg CO₂-eq/kg FPCM. A emissão associada ao manejo dos dejetos foi de 0,067 kg CO₂-eq/kg FPCM. O resultado dessas emissões diretas (CH₄ e N₂O) foi o mesmo em ambos os cenários, uma vez que a mesma metodologia de cálculo foi aplicada a esses fatores.

Quanto à eletricidade, o resultado foi de 0,008 kg CO₂-eq/kg FPCM e 0,002 kg CO₂-eq/kg FPCM, respectivamente, para o cenário 1 e cenário 2. No cenário 2, em comparação ao cenário 1, a emissão referente à eletricidade é 68% menor. Isso se deve ao fato de a matriz energética mundial ser composta principalmente por fontes de energia não renováveis, como petróleo, carvão e gás natural, que possui maior emissão de GEE (IEA, 2023), quando comparada com a matriz energética brasileira que possui parcela da produção de eletricidade de fontes renováveis, que possui menor emissão de GEE (Ramos, Durante e Callejas, 2017).

A emissão associada à alimentação no cenário 1 foi de 0,495 kg CO₂-eq/kg FPCM e no cenário 2 foi de 0,312 kg CO₂-eq/kg FPCM, o que representa um resultado 37% menor quando comparado o



ICV global com o nacional.

EXTREMOS CLIMÁTICOS, IMPACTOS ATUAIS E RISCOS FUTUROS

Na produção de alimento na fazenda, a maior contribuição para a emissão é atribuída à adubação das pastagens, pois esses fertilizantes liberam óxidos de nitrogênio (NOx). Nos casos analisados, houve redução de 3% na contribuição da pegada de carbono associada à adubação quando comparado o cenário 1 com o cenário 2, com valores de 0,000056 kg CO₂-eq/kg FPCM e 0,000058 kg CO₂-eq/kg FPCM, respectivamente. Essa variação está relacionada com o fato de que no cenário 1 foi utilizada uma base de dados global para o cálculo da emissão de GEE associada à fertilizantes nitrogenados, sendo esses dados sem ajustes para as características das culturas e pastagens brasileiras, enquanto o cenário 2 utilizou uma base de dados nacional, sendo definidas taxas de aplicação de fertilizantes para cada cultura a nível regional, condições climáticas favoráveis e práticas de manejo específicas do Brasil.

Os alimentos adquiridos externamente à fazenda, mostraram maiores variações nos resultados da pegada de carbono. Bancos de dados não brasileiros apresentam diferenças relacionadas ao sistema de cultivo, produtividade, energia utilizada e transporte, resultando em variações nas emissões de GEE. Já os conjuntos de dados regionais aumentam a precisão das estimativas de emissões da produção de leite (Rodrigues et al., 2016). No contexto brasileiro, tecnologias como fixação biológica de nitrogênio e plantio direto têm contribuído para a redução da pegada de carbono agrícola, especialmente nas emissões associadas à ração. Além disso, o transporte de produtos agrícolas pode ser suscetível a duplicação de contagem, conforme a organização dos dados (McConkey et al., 2019). A produção de alimentos para os animais foi o segundo maior contribuinte para a pegada de carbono do leite, o que influenciou um resultado 17% menor quando considerado o ICV nacional.

A Tabela 2 apresenta os valores da emissão de insumos adquiridos para os dois cenários analisados. Vale ressaltar que a ausência de um inventário nacional específico para a suplementação mineral resultou em valores iguais para ambos os cenários.

Tabela 2 – Emissão de GEE de insumos adquiridos

Alimentação	Cenário 1 (kg CO₂ eq/kg FPCM)	Cenário 2 (kg CO₂ eq/kg FPCM)
Farelo de soja	0,2029	0,1447
Milho	0,2821	0,1574
Suplementação mineral	0,0100	0,0100



EXTREMOS CLIMÁTICOS: IMPACTOS ATUAIS E RISCOS FUTUROS

Conforme observado na Tabela 2, as emissões de GEE associadas ao milho produzido nacionalmente é 44% menor em comparação ao global, enquanto as emissões de GEE associadas ao farelo de soja nacional é 29% inferior à da soja global. Dessa forma, destaca-se a importância dos ICV regionalizados, que consideram as especificidades locais, proporcionando uma avaliação mais precisa.

Carvalho et al. (2022) destacam que, devido às dimensões geográficas do Brasil, os resultados podem variar não apenas por causa das características regionais, mas também por causa das práticas de manejo e gestão utilizadas. Em estudo realizado por Grillo et al. (2017), dados de ICV de 8 estudos, referentes a 11 safras de cultivo de soja, foram selecionados, 5 deles referentes a dados de cultivo estaduais e 6 com o escopo para todo o território nacional. Os resultados do estudo indicam que há diferenças significativas entre os dados regionais e os nacionais, especialmente no contexto da produção de soja. Análises estatísticas mostram que a produtividade agrícola varia de acordo com a região, sugerindo que os ICVs baseados em médias nacionais podem não refletir adequadamente as realidades regionais (Folegatti-Matsuura e Picoli, 2018).

Neste estudo, foram utilizadas bases de dados nacionais, e não regionais, para o farelo de soja e milho devido à falta de informação sobre a origem dos produtos comprados. Conforme Rodrigues et al. (2016), o uso de dados internacionais em estudos de ACV para produtos nacionais pode não refletir com precisão a realidade local, comprometendo a qualidade dos resultados. Como a coleta completa de dados é quase impraticável, a existência de bancos de dados nacionais é essencial para garantir a precisão dos estudos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cálculo da pegada de carbono da produção de leite em uma fazenda de Minas Gerais revelou diferenças entre os resultados obtidos com a utilização de ICV global e nacional. Observou-se que o uso de ICV nacional resultou na pegada de carbono 17% menor do que no uso do ICV global.

O estudo evidenciou que o milho e o farelo soja produzidos nacionalmente têm uma pegada de carbono menor em comparação com os produtos globais, sublinhando a relevância dos inventários regionais para uma avaliação mais detalhada e precisa. Embora os inventários globais ofereçam uma perspectiva ampla, eles podem não representar adequadamente as especificidades e particularidades de um país como o Brasil.



Por fim, o estudo demonstra que ICVs regionais devem ser priorizados no cálculo de pegada de carbono do leite brasileiro. Esta medida pode evitar discrepâncias em futuros estudos de avaliação de desempenho ambiental relacionado à produção do leite e subsidiar a implementação de ações assertivas para mitigação de GEE e redução da pegada de carbono.

EXTREMOS CLIMÁTICOS, IMPACTOS ATUAIS E RISCOS FUTUROS

AGRADECIMENTOS

À Lactalis do Brasil e a Embrapa Gado de Leite.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14.040: Gestão Ambiental – Avaliação do Ciclo de Vida – Princípios e estrutura**. Rio de Janeiro, 2014.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14.067: Gases de efeito estufa — Pegada de carbono de produtos — Requisitos e orientações sobre quantificação**. Rio de Janeiro, 2023.

CARVALHO, L.S., WILLERS, C.D., SOARES, B.B., NOGUEIRA, A. R., ALMEIDA NETO, J. A., RODRIGUES, L. B. Environmental life cycle assessment of cow milk in a conventional semi-intensive Brazilian production system. **Environ Science and Pollution Research**, volume 29, p. 21259–21274, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17317-5>.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Pathways towards lower emissions: A global assessment of the greenhouse gas emissions and mitigation options from livestock agrifood systems. Roma, 2023.

FINNEGAN, W., GOGGINS, J. Chapter 6 - Environmental impact of the dairy industry. **Environmental Impact of Agro-Food Industry and Food Consumption**, p. 129-146, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821363-6.00004-7>.

FOLEGATTI-MATSUURA, M. I. S., PICOLI, J. F. Life Cycle Inventories of Agriculture, Forestry and Animal Husbandry - Brazil for the SRI project. **Sustain. Recycl. Ind.** 143, 2018.

GRILLO, I. B., MACIEL, V. G., ZORTEA, R. B., SEREFIN, M. Avaliação Estatística dos Inventários do Ciclo de Vida da Produção de Soja no Brasil. **LALCA: Revista Latino-Americana Em Avaliação Do Ciclo De Vida**, v.1, n. 2, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.18225/lalca.v1i1.3069>.

IBICT - INSTITUTO BRASILEIRO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **O que é SICV Brasil? 2024**. Disponível em: <http://acv.ibict.br/banco-nacional/o-que-e-sicv/>.

IDF - International Dairy Federation. **The IDF global Carbon Footprint standard for the dairy sector**. 2022. Disponível em: <https://shop.fil-idf.org/products/the-idf-global-carbon-footprint-standard-for-the->



dairy-sector.

EXTREMOS CLIMÁTICOS: IMPACTOS ATUAIS E RISCOS FUTUROS

IEA - INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **World Energy Outlook**. França, 2023. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023>.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **Plano ABC e ABC+**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/planoabc-abcmais>.

MAZZETTO, A. M.; BISPO, G.; DE DAVID, E.; ARNDT, C.; BROOK, R.; CHADWICK, D. Comparing the environmental efficiency of milk and beef production through life cycle assessment of interconnected cattle systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 277, p. 124108, dez. 2020.

McCONKEY, B.; HAUGEN-KOZYRA, K.; ALCOCK, J.; MAYNES, T.; VINKE, C. **Global Assessment of Beef Emissions Quantification Standards and Tools**. 2019.

MONTEIRO, G. G.; GOMES, T. S.; PACHECO, E. B. A. V. Identificação de produtos prioritários a serem inventariados para a formação de banco de dados brasileiro para avaliação do ciclo de vida. **Peer Review**, v. 5, n. 6, p. 131-164, 2023. DOI: 10.53660/334.prw801.

PINTO, A. S. S.; MCDONALD, L. J.; GALVAN, J. L. H.; MCMANUS, M. Improving life cycle assessment for carbon capture and circular product systems. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 29, p. 394-415, 2024. <https://doi.org/10.1007/s11367-023-02272-9>

RAMOS, L. A., DURANTE, L. C., CALLEJAS, I. J. A. Geração de Eletricidade Abordando o Ciclo de Vida: Uma Revisão Sistemática sob a Ótica da Sustentabilidade Ambiental. **E&S Engineering and Science**, v. 6, n. 1, Abr. 2017. DOI: 10.18607/ES201764749. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/eng/article/view/4749/3185>.

RODRIGUES, T. O., SUGAWARA, E. T., SILVA, D. A. L., MATSUURA, M. I. S. F., BRAGA, T. E. N., UGAYA, C. M. L. Guia Qualidata: requisitos de qualidade de conjuntos de dados para o Banco Nacional de Inventários do Ciclo de Vida. **Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia- Ibict**, Brasília: 2017. 58 p. ISBN: 978-85-7013-119-5. Disponível em: <https://acv.ibict.br/documentos/publicacoes/2825-guia-qualidata-requisitos-de-qualidade-de-conjuntos-de-dados-para-o-banco-nacional-de-inventarios-do-ciclo-de-vida/>.

SILVA, D. A. L., CHABRAWI, A. M. R. O., OLIVEIRA, J. A. Perspectivas do setor empresarial brasileiro quanto ao uso da ACV e à colaboração para o fortalecimento do SICV Brasil. **LALCA: Revista Latino-Americana em Avaliação do Ciclo de Vida**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 112-137, 2017. DOI: 10.18225/lalca.v1i1.3038. Disponível em: <https://lalca.acv.ibict.br/lalca/article/view/3038>.

TOMICH, T. R.; DE PAULA, V. R.; DE CARVALHO, B. C.; TONUCCI, R. G.; MÜLLER, M. D.; PEREIRA, L. G. R. Por que e como reduzir a pegada de carbono do leite. *In*: ANUÁRIO LEITE 2024: Avaliação Genética Multirracial. Juiz de Fora: **Embrapa Gado de Leite**, 2024. p. 105-111.

VITAL, M. H. F. AQUECIMENTO GLOBAL: ACORDOS INTERNACIONAIS, EMISSÕES DE CO2 E O SURGIMENTO DOS MERCADOS DE CARBONO NO MUNDO. **BNDDES**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 48, p. 167-244, set. 2018.

WANG, X.; LEDGARD, S.; LUO, J.; GUO, Y.; ZHAO, Z.; GUO, L.; LIU, C.; ZHANG, N.; DUAN, X.; MA, L. Environmental impacts and resource use of milk production on the North China Plain, based on life cycle assessment. **Science of The Total Environment**, v. 625, p. 486-495, jun. 2018.