

Indicadores de sustentabilidade ambientais na pecuária leiteira: revisão sistemática

Sustainability indicators in dairy livestock: systematic review

Indicadores de sostenibilidad en ganado lechero: revisión sistemática

Recebido: 09/03/2022 | Revisado: 17/03/2022 | Aceito: 23/03/2022 | Publicado: 29/03/2022

Juliana Alvarenga Abrahão

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0921-6014>

Universidade José do Rosário Vellano, Brasil

E-mail: jaabrahao@lavras.mg.gov.br

Andressa Santanna Natel

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8252-1090>

Universidade José do Rosário Vellano, Brasil

E-mail: andressa.natel@unifenas.br

Resumo

A pecuária leiteira é uma atividade de grande importância socioeconômica para o Brasil e sua prática utiliza os recursos naturais como matéria prima, contudo, o manejo inadequado desses recursos pode prejudicar o solo, contaminar a água e prejudicar a manutenção da biodiversidade. O presente estudo analisou de forma sistemática os parâmetros de sustentabilidade da pecuária de leite, qualidade de água e área de proteção permanente, levantados utilizando a ferramenta de índices de sustentabilidade. Foi realizada uma revisão bibliográfica sistemática nas bases de dados *Web of Science*, SciElo e Google Acadêmico, no período de 2011 a 2021, utilizando os parâmetros 'índices de sustentabilidade ambiental', 'qualidade da água' e 'APPs'. Após refinamento da busca foram investigados os resultados encontrados em doze artigos, sendo que 6 utilizaram a metodologia ISA. Os parâmetros qualidade de água e APP receberam as indicações boa ou excelente em 50% (6/12) e 33% (4/12) dos artigos, respectivamente. Concluiu-se que a necessidade de conscientização dos proprietários e de criação de políticas públicas voltadas a fiscalização e preservação das APP, assim como preservação dos recursos de água na atividade da pecuária leiteira.

Palavras-chave: Áreas de preservação permanente; APP; ISA; Qualidade da água.

Abstract

Dairy farming is an activity of great economic importance for Brazil, which uses natural resources as raw material, and inadequate management can harm the soil, contaminate water and harm the maintenance of biodiversity. The sustainability parameters of dairy farming that were surveyed using the ISA tool. A systematic review of the bibliography was carried out in the *Web of Science*, SciElo and Google Scholar databases, and the results found in ten articles were investigated in the parameters 'environmental sustainability indicators', 'water quality' and 'APPs'. It was concluded that, according to the results found in the properties analyzed, only one article conceptualized both parameters as excellent, leading to believe in the need for awareness of the owners and the creation of public policies aimed at preserving the environment due to the damage caused by the dairy farming activity.

Keywords: Permanent preservation areas, APP; ISA; Water quality.

Resumen

La ganadería lechera es una actividad de gran importancia económica para Brasil, que utiliza recursos naturales como materia prima, y una gestión inadecuada puede dañar el suelo, contaminar el agua y perjudicar el mantenimiento de la biodiversidad. Los parámetros de sostenibilidad de la ganadería lechera que fueron relevados con la herramienta ISA. Se realizó una revisión sistemática de la bibliografía en las bases de datos *Web of Science*, SciElo y Google Scholar, y se indagaron los resultados encontrados en diez artículos en los parámetros 'índices de sostenibilidad', 'calidad del agua' y 'APPs'. Se concluyó que, de acuerdo con los resultados encontrados en los inmuebles analizados, solo un artículo conceptualizó ambos parámetros como excelentes, lo que llevó a creer en la necesidad de la concientización de los propietarios y la creación de políticas públicas dirigidas a la preservación del medio ambiente debido al daño. Causados por la actividad lechera.

Palabras clave: Áreas de preservación permanente; APP; ISA; Calidad del agua.

1. Introdução

A atividade agropecuária, em razão da elevada capacidade de causar danos, é tida como uma das principais inimigas do meio ambiente. Neste cenário, independente da atividade desenvolvida, do índice tecnológico e da sua dimensão, é preciso

que os produtores rurais abracem uma gestão que tenha como objetivo não somente obter lucros, mas também fazer uso dos recursos naturais de maneira planejada, promovendo harmonia entre a atividade exercida e a preservação do ambiente (Roloff, Rempel, Eckhardt, 2014).

Assim, a agricultura buscando se adequar às leis ambientais e às metodologias de manejo sustentáveis que potencializem as ações produtivas, percebeu a relevância de um sistema capaz de avaliar a propriedade rural considerando seus aspectos de forma geral, assim como suas interações (Costa et al., 2013). Com a pecuária de leite não foi diferente, em 2018 o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) estabeleceu novas regras para a produção de leite, visando elevar a produção, porém conferir eficiência, conforme os padrões mínimos de qualidade já utilizados em outras partes do mundo, levando em consideração o bem-estar dos animais e a sustentabilidade do setor. As Instruções Normativas (INs) números 76 e 77 estabeleceram novas bases, demandando que os produtores e indústrias de produtos lácteos se adequassem ao imposto (Brasil, 2018).

A bovinocultura leiteira, assim como outras culturas, utiliza os recursos naturais como matéria prima para produção do leite e, o manejo inadequado pode prejudicar o solo, contaminar a água e prejudicar a manutenção da biodiversidade, contribuindo para a degradação do agroecossistema envolvido (Vilela et al., 2016).

De acordo com Gliessman (2005), o agroecossistema pode ser definido como o conjunto de todos os organismos, que podem ou não ser de interesse agropecuário, levando em conta as interações nos índices de população, comunidade e ecossistema, se atentando, principalmente, para a sustentabilidade. Conway (1987) conceituou os agroecossistemas como sistemas ecológicos transformados pelo homem para gerar alimento, fibra ou outro produto agrícola.

Para a avaliação do impacto das ações humanas sobre o agroecossistema, frequentemente, são utilizadas ferramentas de análise, baseadas em indicadores, que evidenciam seu desempenho e eficiência e os problemas enfrentados (Gliessman, 2001). Desse modo, a partir da seleção de um conjunto de indicadores de sustentabilidade, poderão ser apresentadas informações para a tomada de decisões e para monitorar ações desenvolvidas em unidades de produção rurais. As metodologias baseadas em indicadores de sustentabilidade mais citadas na pecuária de leite no Brasil são Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas (ISA, EPAMIG, 2012) e Rempel et al. (2012), ambas tem auxiliado na tomada em decisão no âmbito social, econômico e ambiental.

Os indicadores de sustentabilidade são instrumentos essenciais para classificar e caracterizar obstáculos, para elaborar e avaliar políticas públicas ou privadas que têm como objetivo à sustentabilidade (Guimarães & Feichas, 2009). Depois de estabelecidos como unidades mensuradoras, o indicador torna-se um fator de informações que podem ser de cunho econômico, social, institucional, físico, químico e biológico (Furtado, 2009).

Neste cenário o presente estudo analisou de forma sistemática os parâmetros de sustentabilidade ambientais da pecuária leiteira, qualidade de água e área de proteção permanente, que foram levantados utilizando indicadores de sustentabilidade.

2. Metodologia

A presente pesquisa caracteriza-se como uma revisão sistemática da literatura, a qual tem como base, de acordo com Koche (2011), o conhecimento obtido por meio de estudos publicados. Tem caráter exploratória quanto ao objetivo e bibliográfica quanto aos procedimentos (Silveira & Córdova, 2009). Para isso realizou-se uma busca em periódicos nacionais e internacionais nas bases eletrônicas de dados: *Web of Science*, SciELO e Google Acadêmico, entre os dias 24 de agosto a 10 de dezembro de 2021, com objetivo de elencar apenas as produções dos últimos 10 (dez) anos completos realizadas no Brasil. As

bases foram eleitas de acordo com disponibilidade de consulta e relevância, onde destaca-se SciELO pela diversidade de periódicos nacionais e internacionais indexados e Google Acadêmico pela facilidade de pesquisa.

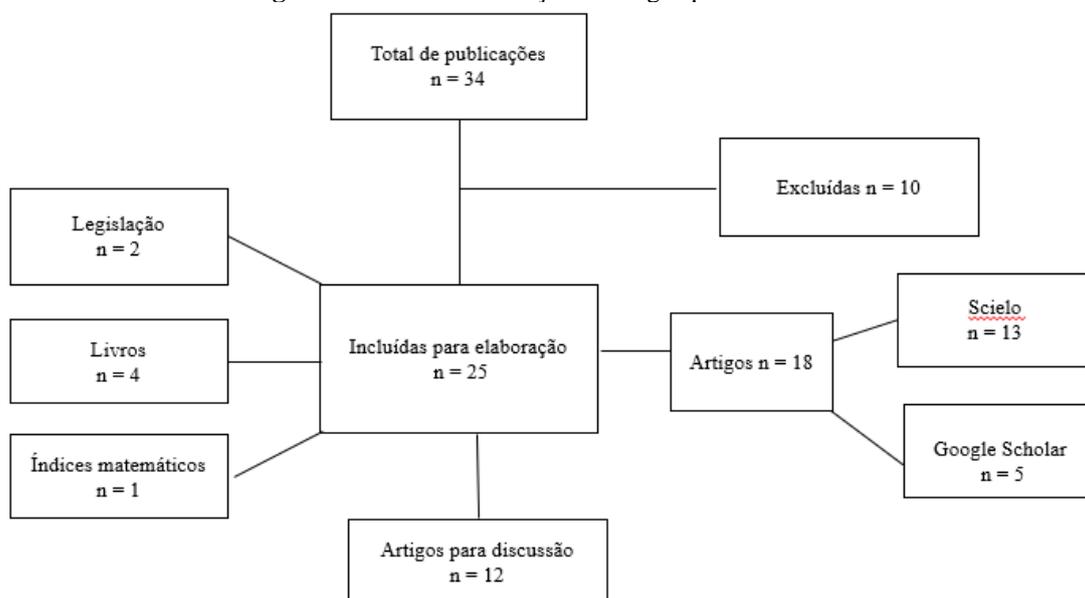
Considerando as diferenças entre as bases pesquisadas, foram utilizadas as palavras chaves no idioma português “qualidade da água”, “áreas de preservação permanente” e “indicadores de sustentabilidade ambiental”, e as respectivas no idioma inglês “water quality”, “areas of permanent preservation” e “environmental sustainability indicators”. As respectivas palavras foram empregadas nas buscas, por englobar as principais expressões objeto de investigação do presente estudo.

A escolha desses parâmetros se justifica porque a água está presente em diversos processos da produção de leite, no consumo diário dos animais, na higienização dos ambientes, está relacionada com a contagem de bacteriana total no leite, e qualidade de água, sendo uma das variantes discutidas na NR 77. Sendo assim trata-se de um importante aspecto para uma propriedade leiteira. As áreas de preservação permanente (APP) são conceituadas como espaços cobertos ou não por vegetação nativa e que devem ser protegidos das ações do homem ou mesmo dos animais. O foco de sua função ambiental é preservar os recursos naturais que são essenciais a vida (Silva et al., 2019). O índice de sustentabilidade ambiental possibilita selecionar artigos que levantaram a avaliação dos parâmetros de qualidade de água e APP na pecuária leiteira.

Após as buscas bibliográficas, os critérios de inclusão e exclusão foram aderidos às diretrizes de revisão sistemática (Moher et al., 2015). Os estudos elegíveis foram incluídos se cumprissem os seguintes critérios: artigos científicos completos publicados em revistas com a temática qualidade de água, área de proteção ambiental e indicador de sustentabilidade ambiental, sendo que os artigos deveriam se relacionar com a temática pecuária leiteira no Brasil, em idioma português ou inglês. Os estudos foram excluídos com base nos seguintes critérios: trabalho de conclusão de curso, monografia, dissertação de mestrado, tese de doutorado, resumo expandido em anais de eventos, capítulos de livro, relatórios de estágio e artigos de revisão. Cada estudo foi avaliado de forma independente para inclusão por dois investigadores, e as discrepâncias foram resolvidas por discussão. Os trabalhos repetidos em diferentes bases de dados foram excluídos.

Foram inicialmente identificadas 34 publicações, porém, a partir dos critérios de inclusão e exclusão houve um refinamento na busca para trabalhos das áreas correlatas a Ciências Agrárias e Agronegócio para pecuária leiteira publicados entre 2011 a 2021, o número foi redefinido para 25. Desses, 18 apareceram em duas bases de dados. Desse total, 12 artigos restantes foram localizados na íntegra, definindo a amostra para a discussão desta revisão, como mostra a Figura 1.

Figura 1. Processo de seleção de artigos para discussão.



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Os dados foram recuperados dos estudos e organizados em tabelas segundo o título, os autores, o local de realização da pesquisa, ano de publicação e principais resultados de qualidade de água e área de proteção ambiental.

A Tabela 1 mostra um breve resumo dos artigos que compuseram a pesquisa.

Tabela 1 – Artigos investigados.

Autor	Objetivo	Conclusão
Dourado (2021)	Apresentar resultados de um comparativo de três agroecossistemas de cafeicultores.	O cooperativismo, a organização social e a assistência técnica especializada abrem novas possibilidades para viabilizar a construção de um projeto agroecológico de vida e uma estratégia efetiva de promoção da sustentabilidade e reprodução social da agricultura familiar
Mattei, Rempel & Maciel (2020)	Avaliar a sustentabilidade ambiental em regiões de agricultura familiar leiteira.	O índice foi considerado regular, demandando ajustes.
Leão, Campos, Pires & Carvalho (2020)	Avaliar por meio da ISA uma propriedade rural e propor plano de ação.	A ferramenta ISA proporcionou índices favoráveis para que o objetivo fosse atingido.
Salomão, Nery & Pereira (2020)	Avaliar a sustentabilidade pecuária em propriedades rurais mineiras por meio da ISA.	Os dados obtidos demonstraram como o desempenho de uma propriedade leiteira pode ser considerado como sustentável.
Fonseca, Caldeira, Ramos Filho, Oliveira, Pereira & Vilela (2020)	Desenvolver instrumentos para identificar, coletar, analisar dados de um propriedade rural baseado na ferramenta ISA.	O uso de 7 do total de 21 indicadores da ferramenta ISA pode determinar as práticas que trarão mais resultados positivos no quesito sustentabilidade nos locais investigados.
Fonseca, Caldeira, Ramos Filho, Oliveira & Pereira (2019)	Desenvolver instrumentos para identificar, coletar, analisar dados de um propriedade rural baseado na ferramenta ISA.	O uso de 7 do total de 21 indicadores da ferramenta ISA pode determinar as práticas que trarão mais resultados positivos no quesito sustentabilidade nos locais investigados.
Silva, Domenico & Monteiro (2019)	Analisar o índice de sustentabilidade na produção leiteira.	Há necessidade de melhorias nos parâmetros ambientais de maneira geral.
Pessi, Rempel & Haetinger (2017)	Estudar uma fazenda leiteira.	O índice de APPs não é suficiente, demandando que a fazenda se atente para tal aspecto.
Rolloff, Rempel & Eckhardt (2014)	Avaliar a sustentabilidade em propriedades leiteiras.	As propriedades não se mostraram adequadas para a prática leiteira, sendo que um dos principais problemas são as APPs.
Bortoli, Rempel & Bica (2014)	Avaliar a sustentabilidade em propriedades leiteiras considerando os aspectos Floresta Ombrófila Mista e Floresta Educacional Decidual.	No houve diferença estatística nas propriedades nos quesitos avaliados.
Rempel, Eckhardt, Jasper, Schultz, Hilgert & Barden (2012)	Apresentar uma metodologia para investigar a sustentabilidade ambiental em propriedades leiteiras.	Os resultados da análise proporcionam o conhecimento de pontos fortes e fracos das propriedades, auxiliando na certificação de ações agropecuárias.
Ferreira, Viana, Costa, Sousa & Fontes (2012)	Apresentar a estrutura e alguns resultados quando a ferramenta ISA foi usada em regiões mineiras.	O sistema ISA é composto por 23 indicadores, com referência no valor de 0,7 para que o desempenho da propriedade seja considerado positivo nas questões sociais, ambientais ou econômicas.

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

3. Resultados e Discussão

Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, o material empírico desta revisão sistemática ficou composto por 12 artigos científicos, categorizados quanto ao título, ano de publicação, autores, local de realização da pesquisa e tipo de característica avaliada, conforme a Tabela 2.

Foram observados dois tipos de metodologias para avaliação da sustentabilidade na pecuária leiteira predominante a ISA no Estado de MINAS Gerais (6/12), Rempel et al. (2012) (4/12) e Verona (2008) e Rempel et al. (2012) (2/12) na região Sul do Brasil, sendo que 3 artigos foram publicados em revistas internacionais, língua inglesa, e 9 em revistas nacionais.

Tabela 2. Categorização dos artigos científicos de língua portuguesa e inglesa no período de 2011 a 2021 e que contemplam metodologias de avaliações de sustentabilidade aplicadas a bovinocultura de leite no Brasil.

Título	Ano de Publicação	Autores	Local da Avaliação	Metodologia
Indicadores de sustentabilidade em agrossistemas: uma análise comparativa	2021	Dourado	Poço Fundo – MG	ISA, Social (ISS), Econômica (ISE), Global (ISG)
Environmental sustainability in milk-producing family farms in the micro-region of Carazinho-RS.	2020	Mattei; Rempel & Maciel	Carazinho-RS	Rempel et al. (2012)
Assistência técnica e gerencial e a extensão rural por meio da ferramenta ISA: um estudo de caso no sítio Nazareth – Ipanema- MG	2020	Leão, Campos, Pires & Carvalho	Ipanema – MG	ISA
Agro 4.0: A data science-based information system for sustainable agroecosystem management.	2020	Fonseca, Caldeira, Ramos Filho, Oliveira, Pereira & Vilela	Minas Gerais	ISA / Agro 4.0
Avaliação da sustentabilidade da pecuária em propriedades rurais de Malacacheta	2020	Salomão, Nery & Pereira	Malacacheta/MG	ISA
Agro 4.0: A green information system for sustainable agroecosystem management. <i>Air Xiv</i> , 1-41	2019	Fonseca, Caldeira, Ramos Filho, Oliveira & Pereira	Minas Gerais	ISA / Agro 4.0
Índice de sustentabilidade ambiental na produção leiteira: um estudo de multi caso aplicado	2019	Silva, Domenico & Monteiro	Oeste de Santa Catarina	Rempel et al. (2012)
Diagnóstico do uso da terra em Áreas de Preservação Permanente de pequenas propriedades rurais produtoras de leite no Vale do Taquari/RS-Brasil	2017	Pessi, Rempel & Haetinger	Vale do Taquari/RS	Mapas e Planilhas Excel_ Verona (2008) e Rempel et al. (2012)
Sustentabilidade ambiental de propriedades leiteiras localizadas em floresta ombrófila mista e em floresta estacional decidual, no Vale do Taquari/RS.	2014	Bortoli, Rempel & Bica	Vale do Taquari/RS	Verona (2008) e Rempel et al. (2012)
Sustentabilidade ambiental de propriedades leiteiras do município de Paverama – RS	2014	Roloff, Rempel e Eckhardt	Paverama /RS	Rempel et al. (2012)
Proposta metodológica de avaliação da sustentabilidade ambiental de propriedades produtoras de leite	2012	Rempel, Eckhardt, Jasper, Schultz, Hilgert & Barden.	Vale do Taquari/RS	Mapeamento de campo com a criação de planilhas no Excel de parâmetros atribuindo um valor para cada subparâmetro os quais são somados no final para

Indicadores de Sustentabilidade em Agrossistemas.	2012	,Ferreira, Viana, Costa., Sousa & Fontes	Minas Gerais	ISA	conhecer a pontuação da propriedade - Rempel et al. (2012)
---	------	--	--------------	-----	--

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Baseado no estudo de Silva, Domênico e Monteiro (2019), os valores da dimensão ambiental dos artigos compilados foram classificados conforme cinco níveis de sustentabilidade: Inadequada (0 F 0,20), Ruim (0,20 F 0,40), Regular (0,40 F 0,60), Bom (0,60 F 0,80), Excelente (0,80 F 1,00), como mostra a Tabela 3.

Tabela 3 - Conceito das propriedades investigadas nos artigos.

Índice de Sustentabilidade Ambiental	Conceito Geral
Igual ou maior a 0,8	Excelente
Igual ou maior a 0,6	Bom
Igual ou maior a 0,4	Regular
Igual ou maior a 0,2	Ruim
Menor que 0,2	Inadequada

Fonte: Silva et al., (2019).

Os artigos selecionados pontuaram a qualidade da água e da APPs das propriedades avaliadas (Tabela 3) conforme os parâmetros pré-estabelecidos pela metodologia ISA. Valores de autores que não usaram a metodologia ISA foram convertidos considerando o disposto na Tabela 4.

Tabela 4– Classificação dos índices de sustentabilidade ambiental qualidade de água e área de proteção permanentes conforme avaliação nos estudos investigados.

Autor	Qualidade da água	Conceito água	APPs	Conceito Apps
Dourado (2021)	0,40	Regular	0,40	Regular
Mattei, Rempel & Maciel (2020)	0,68	Bom	0,39	Ruim
Leão, Campos, Pires & Carvalho (2020)	0,74	Bom	0,70	Bom
Salomão, Nery & Pereira (2020)	0,36	Ruim	0,22	Ruim
Fonseca, Caldeira, Ramos Filho, Oliveira, Pereira & Vilela (2020)	1,26	Excelente	0,10	Inadequada
Fonseca, Caldeira, Ramos Filho, Oliveira & Pereira (2019)	1,23	Excelente	0,32	Ruim
Silva, Domenico & Monteiro (2019)	0,54	Regular	0,40	Regular
Pessi, Rempel & Haetinger (2017)	-		0,20	Inadequada
Rolloff, Rempel & Eckhardt (2014)	0,49	Regular	0,08	Inadequada
Bortoli, Rempel & Bica (2014)	0,30	Ruim	0,61	Bom
Rempel, Eckhardt, Jasper, Schultz, Hilgert & Barden (2012)	1,78	Excelente	1,63	Excelente
Ferreira, Viana, Costa, Sousa & Fontes (2012)	0,57	Bom	0,51	Bom

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

O parâmetro qualidade da água ganhou conceito excelente em 25% (3/12) das propriedades (1,23, 1,26, 1,78), o conceito bom foi percebido em 25% (3/12) das propriedades (0,57, 0,68 e 0,74), regular em 25% (3/12) das propriedades (0, 40, 0,49 e 0,54), ruim em 16,6% (2/12) das propriedades (0,30 e 0,36) e nenhuma das propriedades foi diagnosticada como inadequada para o parâmetro qualidade de água (0,00). Por outro lado, 25% (3/12) das propriedades avaliadas foram classificadas como inadequadas no parâmetro APPs, outras 41,6% como regular (2/12; 0,40e 0,40) ou ruim (3/12; 0,39, 0,22 e 0,32), e apenas 16,6% (2/12) como bom (0,70 e 0,51) e 8,3% excelente (1,63; 1,63).

Os índices de sustentabilidade observados diferem de região para região, foi possível observar que no Rio Grande do Sul (RS) o grupo de trabalho em sustentabilidade baseia seus levantamentos nos índices propostos por Rempel et al. (2012), que é pela criação de mapas a partir de dados obtidos por meio de planilhas no Excel. A metodologia de Rempel et al (2012) consiste em nove parâmetros (deposição de dejetos, fontes de água, área de proteção ambiental, reserva legal, utilização de agrotóxicos e fertilizantes, declividade da propriedade, erosão, queimadas e usos da terra) subdivididos em 13 subparâmetros. Os resultados obtidos por meio desses parâmetros permitem a criação de matrizes de ponderação com os subparâmetros, onde são conhecidas informações quantitativas, colhidas em campo e em laboratório e que são convertidas em índices de impacto, demonstrados por números.

Por outro lado, os estudos utilizando índices de sustentabilidade no estado de Minas Gerais são baseados, principalmente, na metodologia ISA. A metodologia ISA foi estabelecida como Metodologia Mineira com o objetivo de apontar possíveis adaptações socioeconômica e ambiental em Minas Gerais (Minas Gerais, 2012) e tem auxiliado nas tomadas de decisão em pecuária leiteira no estado com maior rebanho do país (IBGE, 2021). O Modelo ISA analisa o balanço econômico e social, a gestão da instituição, a qualidade do solo e da água, o manuseio de esquemas produtivos, a variedade do panorama e a condição de preservação da vegetação nativa de uma organização rural (Ferreira, Viana, Costa, Sousa & Fontes, 2012). Essa ferramenta é composta por 23 indicadores que analisam todas as áreas de um empreendimento rural individualmente capacitando o produtor rural para conhecer quais elementos requer mais atenção (Fonseca et al., 2017).

Ao analisar de forma sistemática os parâmetros ambientais de sustentabilidade da pecuária leiteira, água e APP, foi possível observar que no parâmetro água 50% das propriedades obtiveram conceito bom ou excelente, ou seja, conceito acima de 0,60. De acordo com Verona (2008) o valor 0,60 é então definido como a situação que é minimamente esperada pelo estabelecimento rural. O conceito ruim e regular foi 16,6% e 25% das situações da qualidade de água das propriedades, respectivamente. Contudo, a condição regular, ruim ou inadequada, não representa que o agroecossistema não esteja em condições de reverter o processo em que se encontra, mas indica que quanto mais próximo deste nível maior é a dificuldade de alcançar bons resultados (Verona, 2008).

O conceito ruim encontrado no estudo de Salomão et al. (2020) no parâmetro qualidade ocorreu já que a água coletada na nascente em cisterna estava contaminada por coliformes fecais e coliformes totais. O valor máximo de ferro para que a água seja considerada é de 0,60 mg/dm³. Na nascente o teor era de 0,56 mg/dm³, isto é, bem próximo do limite. Já no estudo de Bortoli et al (2014) o conceito também foi considerado ruim, pois a fonte de água usada para o gado, consumo humano, limpeza dos galpões e utilidade doméstica era desconhecida, prática não recomendada.

O conceito regular no estudo de Fonseca et al. (2019) no parâmetro qualidade da água se deu devido a localização da água ser de difícil acesso, representando solo ruim para a pastagem. O mesmo conceito foi observado por Silva et al. (2019) devido a presença de poços rasos e reduzida proteção ou isolamento, cenário que poderá ser mudado com usando água dos córregos, dos poços rasos, dos poços profundos ou de sistemas de armazenamento de águas pluviais. Já Roloff et al. (2014) constatou que nenhuma propriedade utilizava somente água tratada, condição considerada como ideal em razão dos impactos provocados pelas atividades agropecuárias que poderão resultar em danos para as águas derivando o conceito regular. O conceito ruim para Dourado (2021) foi devido porque uma das três propriedades investigadas não possuía nascente.

Mattei et al (2020) comprovaram conceito bom, já que a água era tratada, pois esse elemento interfere no bem-estar social e se associa diretamente com a saúde. Leão et al. (2020) também considerou o conceito bom, pois, apesar de haver duas nascentes na propriedade, existe apenas um curso de água. Ferreira et al. (2021) exemplificou uma propriedade em que a qualidade da água foi considerada boa e explicou que isso se deu devido ao índice adotado como parâmetro para investigação que, geralmente, é de 0,7. Já no estudo de Rempel et al. (2012) o conceito foi excelente, pois a água usada era tratada ou vinda de um poço isolado de contaminação para consumo animal ou humano.

O impacto da má qualidade microbiológica da água está diretamente relacionado à elevada contagem bacteriana total (CBT) no leite, uma contribuição significativa com a contagem de células somáticas (CCS) e também pode afetar a saúde animal.

Desta forma, a NR 77 no Art. 9 elucida que as boas práticas agropecuárias implementadas na execução do plano de qualificação de fornecedores de leite devem contemplar, entre outros, a qualidade de água; já o Art 48 traz que os estabelecimentos são obrigados a incluir no seu programa de autocontrole, entre outros pontos, educação continuada dos produtores rurais abrangendo qualidade de água da propriedade rural (BRASIL, 2018). Isso demonstra a importância da qualidade de água para a produção de leite de qualidade.

A classificação das propriedades de acordo com o índice de avaliação para APP mostrou que 66,6% das propriedades está em situação limitante, sendo que 25% está em situação inadequada, 25% ruim e 16,6% regular, demonstrando que esse indicador apresenta fragilidades que precisam ser melhoradas. As APP e reserva legal são os índices de maior inconformidade nas propriedades leiteiras. De acordo com Rodrigues, Campanhola & Kitamura (2003) em grande parte dos casos as APP's são ocupadas e alteradas por atividades agropecuárias, mas devido a restrições agrônomicas tendem a contribuir relativamente pouco em termos de produção, porém muito em termos de degradação ambiental.

Salomão et al. (2020) classificaram propriedades como inadequadas no indicador APP, em decorrência da observação de áreas sem cercamento, ausência de mata ciliar, animais domésticos transitando sem nenhum controle, curso hídrico degradado sem pastagens ao seu retorno, pastagens mal planejadas, com solo exposto. Os autores chamaram a atenção para a ausência de obrigatoriedade em relação a preservação do meio ambiente com o advento da Medida Provisória 884/2019, o que fez com que proprietários relaxassem quanto a proteção de nascentes e dos cursos de água, conferindo conceito ruim para a propriedade. O mesmo conceito foi percebido por Mattei et al (2020) devido às condições topográficas. A área aonde a propriedade se situa encontrava-se em de transição de uma altitude de cerca de 600 metros para 200 metros, caracterizando o terreno como levemente inclinado, resultando em erosão, reduzidas possibilidades de atividades agrícolas, as quais não ganham a atenção merecida para cobrir o solo adequadamente, o que interfere e altera os sistemas naturais.

No estudo de Fonseca et al. (2019) o conceito inadequado teve como causador o fato de a vegetação nativa se encontrar inferior ao tamanho recomendado ou seu estado de conservação fosse inadequado. Já a propriedade do estudo de Roloff et al. (2014) também recebeu conceito inadequado por não possuir vegetação nativa, além das distintas formas de utilizar os locais que deveriam ser destinados para isso. Das 36 propriedades investigadas por Pessi et al. (2017) somente 9 tinham mais de 50% de mata nativa na APP. Importante destacar que essa ausência causa problemas ambientais, o que afeta diretamente na água. A maior parte da APP era para uso agrícola ou para a pastagem.

Bortoli et al. (2014) constatou conceito bom em sua avaliação de APPs devido a algumas irregularidades, tais como diferentes formas de utilização, incluindo o fato de haver somente uma pequena porção de mata nativa preservado. O conceito na propriedade de Leão et al. (2020) também foi considerado como bom, pois não havia área a ser recuperada, o que já havia sido cumprido pelo sítio investigado, em vista da propriedade ter menos de quatro módulos fiscais, o que reduz APPs, de acordo com o Código Florestal, Lei 12.651/12 (BRASIL, 2012).

Silva et al. (2019) conceituou as APPS de seu estudo como regular devido à falta de sua utilização para os devidos fins que ela se destina, as quais são usadas para pastagens ou plantio. Em contrapartida, Rempel et al. (2012) conceituaram as APPS investigadas como excelente, mesmo que nem sempre elas sejam usadas de maneira apropriada. Por fim, a propriedade investigada por Dourado (2021) recebeu o conceito regular devido à ausência de preservação em uma propriedade e a falta de conservação em outra.

4. Conclusão

Ao investigar os parâmetros de sustentabilidade da pecuária leiteira ‘qualidade da água’ e ‘APPs’ comprovou-se que as ferramentas de avaliação de índices de sustentabilidade ambientais proporcionam informações suficientes para que o proprietário venha a conhecer os pontos fortes e fracos de sua propriedade. Esses estudos permitem ressaltar a importância da conscientização dos proprietários e dos envolvidos na prática da pecuária do leite, assim como, a necessidade da criação de políticas públicas que venham interceder para a preservação do meio ambiente, minimizando os danos causados pela prática da pecuária leiteira.

Nesse estudo foram investigados os parâmetros qualidade da água e APPs. Sugere-se, para estudos posteriores, a expansão da investigação e identificação de outros parâmetros determinados pelo método ISA que possam ser impactados pela prática da pecuária e que interferem na sustentabilidade.

Referências

- Bortoli J., Rempel C. & Bica J. B. (2014). Sustentabilidade ambiental de propriedades leiteiras localizadas em floresta ombrófila mista e em floresta estacional decidual, no Vale do Taquari/RS. *Revista de Gestão, Sustentabilidade e Negócios*, 2(1),1-18.
- Brasil. *Instrução Normativa nº 77*, de 26 de novembro de 2018. https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/52750141/do1-2018-11-30-instrucao-normativa-n-77-de-26-de-novembro-de-2018-52749887.
- Brasil. *Lei 12.651*, de 25 de maio de 2012. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm
- Conway G. R. (1987). The properties of agroecosystems. *Agricultural Systems*, 24(2), 95-117. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0308521X87900564>
- Dourado N. P. (2021). Indicadores de sustentabilidade em agrossistemas: uma análise comparativa. *Sustentabilidade*, 2, e215194. <https://periodicos.puc-campinas.edu.br/sustentabilidade/article/view/5194/3206>
- Ferreira J. M. L., Viana J. H. M., Costa A. M., Sousa D. V. & Fontes A. A. (2012). Indicadores de Sustentabilidade em Agrossistemas. *Informe Agropecuário*, 33(271), 12-25. https://www.researchgate.net/publication/289380134_Indicadores_de_Sustentabilidade_em_Agroecossistemas
- Fonseca E. P. R., Caldeira E., Ramos Filho H. S., Oliveira L. B., Pereira A. C. M. & Vilela P. S. (2020). Agro 4.0: A data science-based information system for sustainable agroecosystem management. *Simul Model Pract Theory*, 102, 1-28. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1569190X20300022>
- Fonseca E. P. R., Caldeira E., Ramos Filho H. S., Oliveira L. B. & Pereira A. C. M. (2019). Agro 4.0: A green information system for sustainable agroecosystem management. *Air Xiv*, 1-41. <https://arxiv.org/pdf/1907.07762.pdf>
- Furtado J. S. Indicadores de sustentabilidade e governança. 2009. *Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade*, 2(1), 121-191. <https://issuu.com/intertox/docs/toxicologia-v2n1>
- Gliessman, S. R. (2001). *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. UFRGS.
- Gliessman S. R. (2005). *Agroecologia – Processos Ecológicos em Agricultura Sustentável*. UFRGS.
- Guimarães R. P. & Feichas S. A. Q. (2009). Desafios na construção de indicadores de sustentabilidade. *Ambiente & Sociedade*, 12(2), 307-323. <https://www.scielo.br/j/asoc/a/89QvD7zZxHLTm5zCqxL4yHu/?format=pdf&lang=pt>
- Hennerich J. E., Veloso G. J., Deolindo G. L., Nora L. & Tres T. T. (2018). Uso de indicadores de sustentabilidade na produção de leite: uma experiência metodológica. *Baz J Develop*, 4(7), 4314-4330. <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/524>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2021). *Pesquisa Trimestral do Leite – 1º Trimestre 2021*. <https://sidra.ibge.gov.br/home/leite/brasil> Recuperado em 6/11/2021
- Koche J. C. (2011). *Fundamentos de metodologia científica*. Petrópolis: Vozes.

Leão B. D. A., Campos E. B. A., Pires P. C. A. & Carvalho A. H. O. (2020). Assistência técnica e gerencial e a extensão rural por meio da ferramenta ISA: um estudo de caso no sítio Nazareth – Ipanema – MG. *Rev Online Ext Cult*, 7(14), 56-73. https://www.researchgate.net/publication/348794710_Assistencia_tecnica_e_gerencial_e_a_extensao_rural_por_meio_da_ferramenta_ISA_um_estudo_de_ca_so_no_Sitio_Nazareth_-_Ipanema-MG

Mattei A., Rempel C., Maciel M. J. (2020). Environmental sustainability in milk-producing family farms in the micro-region of Carazinho-RS. *Ci e Nat.*, 42, e72. <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/40427/html>

Minas Gerais. (2012). Decreto n. 46113. <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=248698> Recuperado em 6/11/2021

Pessi D, Rempel C & Haetinger C. (2017). Diagnóstico do uso da terra em Áreas de Preservação Permanente de pequenas propriedades rurais produtoras de leite no Vale do Taquari/RS-Brasil. *Espacios*, 38(22),1-10.

Rempel C., Eckhardt R. R., Jasper A. & Schultz G. (2012). Proposta metodológica de avaliação da sustentabilidade ambiental de propriedades produtoras de leite. *Tecno-Lógica*, 16(1),48-55. <https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/2613>

Rocha D. T., Carvalho G. R. & Resende J. C. (2020). Cadeia produtiva do leite no Brasil: produção primária. *Circular Técnica 123*, p. 1-16. <https://ainfo.cnpia.embrapa.br/digital/bitstream/item/215880/1/CT-123.pdf>

Roloff M. C., Rempel C, Eckhardt R. R. (2014). Sustentabilidade ambiental de propriedades leiteiras do município de Paverama – RS. *Tecno-Lógica*, 18(2),60-68.

Salomão P. E. A., Nery I. P. & Pereira J. M. (2020). Avaliação da sustentabilidade da pecuária em propriedades rurais no município de Malacacheta. *Research, Society and Development*, 9(1), e152911858. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i1.1858>.

Silva J. B., Domenico D. D. & Monteiro L. C. (2019, 11 a 13/09). Índice de sustentabilidade ambiental na produção leiteira: um estudo de multi caso aplicado. In: IX Seminário Internacional sobre Desenvolvimento Regional: Processos, Políticas e Transformações Territoriais, Santa Cruz do Sul, RS. <https://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/sidr/article/download/18931/1192612790>

Silveira D. T. & CórdovaF. P. (2009). *A pesquisa científica. Métodos de pesquisa*. UFRGS.

Viganó C., Gazolla M. & Godoy C. T. (2020). Indicadores de sustentabilidade em agrossistemas: um estudo bibliométrico das principais publicações. *Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales*, ISSN: 1988-7833, <https://www.eumed.net/rev/ccss/2020/09/indicadores-sustentabilidade.html>

Vilela D., Ferreira R. P., Fernandes, E. N. & Juntolli F. V. (2016). *Pecuária de leite no Brasil. Cenários e avanços tecnológicos*. Embrapa.