

Avaliação da sustentabilidade ambiental de propriedades leiteiras em Minas Gerais utilizando o método ISA

O objetivo deste trabalho foi analisar o nível de sustentabilidade de 3 propriedades situadas no Sul de Minas Gerais, tendo como atividade principal a bovinocultura de leite e utilizando o Indicador de Sustentabilidade em Agroecossistemas (ISA). O ISA é formado por 21 indicadores, que foram agrupados em sete sub-índices, envolvendo as dimensões socioeconômica e ambiental. Esses sete sub-índices são divididos em: Balanço Econômico, Balanço Social, Gestão do Estabelecimento Rural, Capacidade Produtiva do Solo, Qualidade da Água, Manejo dos sistemas de produção e Ecologia da paisagem Agrícola. O questionário do ISA foi aplicado no ano de 2021. O ISA da propriedade 1 atingiu 0,73 e superou o limiar de sustentabilidade (0,70), com balanço socioeconômico (0,83) e balanço ambiental de (0,67). A propriedade 2 atingiu o maior ISA (0,76), das 03 avaliadas, com maior balanço socioeconômico (0,87) e maior balanço ambiental (0,68). Já a propriedade 3 obteve o menor valor do ISA, 0,62, com o balanço socioeconômico mais baixo entre as três avaliadas (0,72) e o balanço ambiental (0,54), abaixo do limiar de sustentabilidade. A utilização do ISA permitiu observar os diversos parâmetros de sustentabilidade das propriedades, identificando pontos críticos que necessitam de mudanças. A partir disso, é possível orientar e determinar ações que possam melhorar a situação das propriedades.

Palavras-chave: Indicadores socioeconômicos e ambientais; Sustentabilidade; Pagamento por serviços ambientais

Evaluation of the environmental sustainability of dairy properties in Minas Gerais using the ISA method

The objective of this work was to analyze the level of sustainability of 3 properties located in the south of Minas Gerais, whose main activity is dairy cattle and using the Indicator of Sustainability in Agroecosystems (ISA). The ISA is made up of 21 indicators, which were grouped into seven sub-indices, involving socioeconomic and environmental dimensions. These seven sub-indices are divided into: Economic Balance, Social Balance, Rural Establishment Management, Soil Productive Capacity, Water Quality, Management of production systems and Ecology of the Agricultural Landscape. The ISA questionnaire was applied in 2021. The ISA of property 1 reached 0.73 and exceeded the sustainability threshold (0.70), with a socioeconomic balance (0.83) and an environmental balance of (0.67). Property 2 reached the highest ISA (0.76), of the 03 evaluated, with the highest socioeconomic balance (0.87) and the highest environmental balance (0.68). Property 3 had the lowest ISA value, 0.62, with the lowest socioeconomic balance among the three evaluated (0.72) and the environmental balance (0.54), below the sustainability threshold. Using the ISA made it possible to observe the different sustainability parameters of the properties, identifying critical points that need to be changed. From this, it is possible to guide and determine actions that can improve the situation of the properties.

Keywords: Socioeconomic and environmental indicators; Sustainability; Payment for environmental services

Topic: **Desenvolvimento, Sustentabilidade e Meio Ambiente**

Received: **01/03/2022**

Approved: **10/03/2022**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Marcelo Rodrigues Martins

Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais, Brasil
marcelo.martins@emater.mg.gov.br

José Ricardo Miotto Gabrielle

Universidade Federal de Alfenas, Brasil
jricardogabrielle@gmail.com

Alain Hernández Santoyo

Universidade Federal de Alfenas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3358782039748485>
santoyocuba@gmail.com

Eduardo Gomes Salgado 

Universidade Federal de Alfenas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2363460036599181>
<https://orcid.org/0000-0002-8940-4014>
eduardo.salgado@unifal-mg.edu.br

Marcelo Lacerda Rezende 

Universidade Federal de Alfenas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6453091384982419>
<https://orcid.org/0000-0003-1106-4176>
marcelo.rezende@unifal-mg.edu.br



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2022.003.0019

Referencing this:

MARTINS, M. R.; GABRIELLE, J. R. M.; SANTOYO, A. H.; SALGADO, E. G.; REZENDE, E. G.. Avaliação da sustentabilidade ambiental de propriedades leiteiras em Minas Gerais utilizando o método ISA.

Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.13, n.3, p.239-249, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.003.0019>

INTRODUÇÃO

Desde a primeira revolução agrícola, aproximadamente 10.000 anos atrás, o cultivo e a criação de animais têm sido a principal causa de perda e degradação dos ecossistemas naturais. Hoje, 37% da superfície terrestre da Terra, com exceção da Antártica, são dedicados ao cultivo de alimentos, sendo 12% de terras cultiváveis e 25% são áreas usadas como pastagem. Assim, a agricultura foi responsável por cerca de 80% do desmatamento tropical entre 2000 e 2010¹.

Nesse contexto, é crescente a necessidade de se promover uma agricultura mais sustentável, sendo o grande desafio atingir níveis mais elevados de produção de alimentos seguros e de boa qualidade, preservando os recursos naturais dos quais depende a produtividade agrícola (POPPE et al., 2016). Assim, o entendimento dos agroecossistemas é necessário para a manutenção da produtividade agrícola e para minimizar os problemas ambientais causados pelos processos de produção derivados da revolução verde (CASALINHO et al., 2007; VEZZANI et al., 2009).

Uma alternativa para facilitar a compreensão dos agroecossistemas é o uso de índices que incorporem a multidimensionalidade do espaço pesquisado, envolvendo variáveis quantitativas e, ou, qualitativas, padronizadas e sintetizadas em um número que indique o nível de sustentabilidade do território estudado (ASTIER et al., 2008). Esses índices são ferramentas essenciais na identificação de problemas e na busca de sua solução, através da participação e percepção das pessoas que vivem na área pesquisada, e por meio de indicadores analisados em laboratórios. Os indicadores mostram ainda o estado de saúde do agroecossistema, o que reflete o *status quo* do nível de sustentabilidade (ou falta dele) do sistema (GUIMARÃES et al., 2009).

Zhen et al. (2003) propõem que indicadores incluam parâmetros ecológicos envolvendo quantidades de fertilizantes e pesticidas usados, água de irrigação usada, teor de nutrientes do solo, profundidade do lençol freático, eficiência do uso da água, qualidade das águas subterrâneas para irrigação e teor de nitrato tanto das águas subterrâneas quanto das culturas. Os indicadores econômicos incluem a produtividade das culturas, a renda agrícola líquida, a relação custo-benefício da produção e a produção de grãos/alimentos *per capita*. Os indicadores sociais englobam autossuficiência alimentar, igualdade na distribuição de alimentos e renda entre os agricultores, acesso a políticas públicas como saúde, segurança, educação e a recursos e serviços de apoio e conhecimento e conscientização dos agricultores sobre a conservação de recursos.

Segundo Altieri et al. (1999), os indicadores devem ainda serem relativamente certos e fáceis de interpretar; suficientemente sensíveis para refletir mudanças ambientais e o impacto de práticas de manejo sobre o solo, as culturas e criações. Deponti et al. (2002) ressaltam que a clareza quanto aos aspectos citados é fundamental, pois devem orientar a definição quanto ao tipo de indicador recomendado para monitorar um objeto proposto. Isso porque não são raros os casos de monitoramento de atividades que geram muitas informações, e que, posteriormente, são pouco utilizadas no monitoramento, planejamento e condução dos

¹ <https://www.wri.org/research/indicators-sustainable-agriculture-scoping-analysis#:~:text=These%20areas%20are%20water%2C%20climate,farmer%20practice%2C%20and%20biophysical%20performance>

sistemas de produção agropecuário e florestal.

No Brasil alguns indicadores procuram medir a sustentabilidade e fornecer uma imagem de onde melhorias podem ser feitas. Entre eles, o Indicador de Sustentabilidade Ambiental (ISA), o Sistema de Avaliação de Impactos Ambientais de Inovações Tecnológicas Agropecuárias (Ambitec-Agro), o método APOIA-Novo Rural, entre outros²³⁴. Entretanto, são poucos os estudos relacionados à sustentabilidade ambiental, em especial na pecuária leiteira (ALMEIDA et al., 2021).

A pecuária leiteira tem grande importância social e econômica no Brasil. O país possui mais de 1 milhão de propriedades produtoras de leite, com predomínio de pequenas e médias propriedades, empregando aproximadamente 4 milhões de pessoas. Essa produção concentra-se principalmente nas regiões Sul e Sudeste do país, sendo o estado de Minas Gerais o principal produtor, com cerca de 27% da produção nacional (BRASIL, 2019). Além disso, o Brasil é o quarto maior produtor de leite do mundo, precedido pela Índia, Paquistão e Estados Unidos da América, com uma produção estimada de 36.752 mil toneladas em 2020⁵.

Devido a essa importância, grande parte das políticas públicas brasileiras voltadas para o setor agrícola estão relacionadas ao aumento de produtividade. Observa-se que a maior parte dos estudos disponíveis na literatura buscam avaliar a eficiência técnica gerando, portanto, uma escassez de trabalhos sobre eficiência ambiental. Embora haja uma insuficiência de pesquisas a respeito do tema, as preocupações com o meio ambiente e a emissão de gases poluentes são tão relevantes quanto a análise do desempenho técnico da pecuária leiteira (SILVA et al., 2018).

Assim, há uma busca constante, no Brasil e em outros países, por sistemas produtivos eficientes técnica, ambiental e economicamente, pois a demanda por mais produtos alimentícios, entre eles os derivados de bovinos, crescerá com o aumento populacional nas próximas décadas⁶. Portanto, existe uma crescente pressão sobre o setor leiteiro brasileiro para que ele forneça soluções práticas que resultem numa pecuária mais tecnificada, que eleve a qualidade do leite, com menores perdas na produção, e que seja sustentável ambientalmente (ALMEIDA et al., 2021).

Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo analisar o nível de sustentabilidade de 3 propriedades leiteiras, na região sul do Estado de Minas Gerais, considerando os aspectos ambientais, econômicos e sociais. Para tanto, foi empregado o sistema Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas (ISA).

Segundo Ferreira et al. (2012), o sistema ISA é apresentado como ferramenta de gestão para o produtor, com o objetivo de realizar um diagnóstico dos balanços social, econômico e ambiental do estabelecimento, apontar pontos críticos ou riscos e os pontos positivos e oportunidades de negócios. Além disso, gera uma série de informações úteis para auxiliar o gestor público na identificação de vulnerabilidades

² <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/1422/ambitec-agro---software-ambitec-agro>

³ <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/1423/apoia-novo-rural---software-apoia-novo-rural>

⁴ <http://www.epamig.br/projeto-isa>

⁵ <http://www.fao.org/documents/card/en/c/ca1201en>

⁶ <http://www.fao.org/documents/card/en/c/ca1201en>

socioeconômicas, fragilidades ambientais, entraves e potencialidades de atividades agrossilvipastoris na escala de uma sub bacia hidrográfica, bem como na elaboração e no monitoramento de programas específicos de intervenção em áreas ou situações problemáticas, de programas indutores para adoção de práticas de adequação ambiental e socioeconômica, ou de programas para o reconhecimento e premiação de produtores com bom desempenho ambiental.

Ressalta-se que o pagamento por serviços ambientais passou a ser, especialmente após a COP 26, uma realidade em muitos países, inclusive no Brasil. Dessa forma, o monitoramento e avaliação dos empreendimentos carece de ferramental que avalie o grau de sustentabilidade e o ISA se apresenta como um instrumento para esse fim.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para este trabalho o Indicador de Sustentabilidade em Agroecossistemas (ISA) foi aplicado em 3 propriedades leiteiras, situadas no sul de Minas Gerais, no período de março a outubro de 2021. As propriedades selecionadas são representativas da região e possuem climas CWA, de acordo com a Classificação Climática de Köppen-Geiger.

O ISA foi desenvolvido pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) com participação de entidades relacionadas à pesquisa, ensino e extensão rural no estado de Minas Gerais. Seu objetivo é de mensurar os impactos das atividades econômicas no meio rural e buscar a integração entre a produção agrícola, o processamento e as práticas de recuperação, preservação e conservação ambiental para garantir a sustentabilidade das atividades agrícolas, tendo o produtor como gestor do espaço rural. Em dezembro de 2012, um decreto do estado de Minas Gerais aprovou o uso desse indicador na formulação, implementação e monitoramento de planos, programas, projetos e ações que buscam a melhoria dos processos de produção agrícola (MINAS GERAIS, 2012). A seguir, utilizando-se a descrição apresentada por Ferreira et al. (2012), detalha-se os indicadores que compõe o ISA e que serão utilizados no presente trabalho.

O ISA utiliza um conjunto de indicadores agrupados em sete subíndices, envolvendo as dimensões econômica, social e ambiental. Os indicadores relacionados com o balanço econômico operam verificando a produtividade e o valor de venda das atividades de maior peso na receita monetária total do estabelecimento. É avaliada a composição da renda do produtor, considerando também se ocorre concentração de renda em uma única atividade. Além disso, verifica-se a evolução patrimonial do estabelecimento em um determinado tempo e seu grau de endividamento.

Com os indicadores relacionados ao balanço social verificam-se questões relativas à disponibilidade de bens e de serviços essenciais como água, coleta de lixo, energia elétrica, telefone, internet, acesso regular ao transporte público e ao transporte escolar, serviço de saúde e segurança alimentar (disponibilidade plantios de frutas e hortaliças e criações como fontes de proteína animal). São verificados ainda o grau de escolaridade e o acesso a cursos de capacitação de todas as pessoas envolvidas no empreendimento, além da frequência de crianças em idade escolar no ensino regular.

Os indicadores relacionados com a gestão avaliam a capacidade de gestão do produtor rural com base no uso de instrumentos adequados de controle, administração e acesso a informações relativas ao negócio, assim como alguns aspectos relacionados com a geração de resíduos e de medidas de segurança, quando se utilizam agrotóxicos e produtos veterinários. Verifica-se o grau de adoção de algumas ferramentas de gestão, tais como: contabilidade; acesso à assistência técnica; participação de formas associativas; regularização ambiental e acesso ao crédito. Verifica-se também se há busca de informações de mercado, aplicação de tecnologias inovadoras, capacidade de inovação e de colocação de produtos em mercados diferenciados.

Os indicadores relacionados com a qualidade do solo e da água avaliam a capacidade de o ambiente prover os recursos mínimos necessários à manutenção dos sistemas de produção, assegurando uma produtividade estável com retorno econômico para o agricultor. São avaliados nove parâmetros relacionados com as propriedades químicas e físicas do solo. São feitas avaliações da qualidade da água de nascentes, dos corpos d'água que passam pelo estabelecimento, tanto a montante, quanto a jusante e da água subterrânea. Avalia-se também o potencial de contaminação da água com base nas características de todos os agrotóxicos, eventualmente utilizados no estabelecimento levando em conta a textura do solo e distância da gleba ao curso d'água.

Já os indicadores relacionados com o manejo dos sistemas de produção avaliam a adequação do manejo em curso com base no diagnóstico de sinais de degradação e erosão do solo. Avalia-se também o grau de adoção de medidas para a conservação dos solos em todos os sistemas de produção, tais como plantio direto na palha, curvas de nível, plantio em nível, rotação de culturas etc. e o estado de conservação das estradas internas e de acesso à propriedade e a adoção de medidas para sua conservação e drenagem.

Por fim, os indicadores relacionados com a diversificação da paisagem rural e conservação da vegetação nativa avaliam o estado de preservação das áreas com vegetação nativa e o nível de fragmentação destes habitats no estabelecimento. São verificados o estado de conservação das áreas para preservação permanente (APPs), e avaliado o cumprimento com a exigência de Reserva Legal (RL), em conformidade com o Código Florestal Brasileiro. Observa-se o grau de adoção de práticas que auxiliam na indução da agrobiodiversidade, a diversificação da paisagem na escala do estabelecimento agropecuário e o grau de diversificação das áreas fronteiriças em relação ao estabelecimento agropecuário.

Para cada um dos 21 indicadores é gerado um índice que varia de 0 a 1, obtido a partir de funções que atribuem valor às variáveis, ao comparar o valor aferido no estabelecimento com o valor de referência, utilizando-se fatores de ponderação para cada parâmetro avaliado. A seguir um índice final, também no intervalo de 0 a 1, é calculado a partir da média aritmética simples das notas atribuídas aos indicadores. A nota 0,7 é considerada o valor de base, ou limiar de sustentabilidade, para um bom desempenho ambiental, social e econômico. A planilha para cálculo do ISA está disponível em Epamig.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, as propriedades rurais pesquisadas são descritas de acordo com os dados obtidos na aplicação do ISA. A propriedade 1 possui 87,33 hectares, sendo 56 ha de lavouras temporárias, no caso milho silagem e grão, 7 ha de lavouras permanentes (café), 12,70 de pastagens e 10,00 de vegetação nativa, com 11,68 hectares destinados a área de preservação permanente (APP). A propriedade 2 possui 44 hectares, com 38,50 de pastagens e 5,50 de vegetação nativa, sendo que 5,13 hectares destes são APP. A propriedade 3 possui 32,20 hectares no total, com 13,78 de pastagens, 10 ha de lavouras temporárias (milho), 2,25 ha de lavouras permanentes (café) e 5,00 de vegetação nativa (1,71 de APP). Em todas as 3 propriedades as áreas de reserva legal e de preservação permanente estão regularizadas.

A tabela 1 apresenta as fontes de renda das propriedades pesquisadas. As 3 propriedades caracterizam-se pela predominância da produção de leite como principal fonte de renda. Entretanto, a propriedade 3 possui uma maior diversificação da renda, com participação da cafeicultura, avicultura e suinocultura, além da prestação de serviços fora da propriedade. A propriedade 2 caracteriza-se pela prestação de serviços como uma fonte responsável por 25,5% da renda.

Tabela 1: Diversidade de renda nos imóveis rurais pesquisados (Em %)

Fontes de renda		Propriedade 1	Propriedade 2	Propriedade 3
Atividades desenvolvidas	Produção de leite	90,5	70,2	84,3
	Venda de animais	1,6	4,3	4,4
	Cafeicultura	7,8	-	11,3
	Suinocultura/Avicultura	-	-	8,2
	Outras atividades/prestação de serviços	-	25,5	7,1

O grau de endividamento das propriedades é calculado em relação à estimativa patrimonial da propriedade (%) feita durante a entrevista. Para o cálculo do ISA, esse grau de endividamento será ponderado de acordo com 3 faixas: até 7,5%, de 7,5 a 30% e acima de 30%. Assim, quando maior a faixa de endividamento, maior seu impacto negativo no índice. Assim, o grau de endividamento da propriedade 1 era de 25%, para a propriedade 2 era de 12% e de 7% para a propriedade 3. Portanto, o grau de endividamento da propriedade 3 impacta menos a sua sustentabilidade do que nas demais propriedades.

A evolução patrimonial, nos últimos dois anos foi de 2,5% para a propriedade 1, 6% para a 2 e 7,5% para a 3, sem considerar a valorização da terra. Os serviços básicos disponíveis nas propriedades são apresentados na Tabela 2. No cálculo do ISA, as classificações Satisfatório, Atende Parcialmente e Inexistente são transformadas nos valores 1, 0,5 e 0, respectivamente. Ressalta-se na Tabela 2 que a segurança no campo é o único serviço que atende parcialmente duas das propriedades. Os demais são satisfatórios.

As propriedades 1 e 2 possuem 3 integrantes da família no imóvel rural, com vínculo direto às atividades, sendo que todos possuem 9 anos de estudo ou curso superior completo. Essas propriedades contam com 2 trabalhadores permanentes, ambos com menos de 5 anos de estudo. Na propriedade 3, são 4 integrantes da família com vínculo direto, sendo 3 com mais de 9 anos de estudo e 1 com menos de 5 anos. Esta propriedade tem 1 trabalhador com vínculo permanente, com menos de 5 anos de estudo.

A Tabela 3 apresenta as iniciativas em relação à gestão do conhecimento e da informação nas

propriedades. Observa-se na propriedade 3 a inexistência de fluxo de caixa e do custo de produção das atividades. Nas 3 propriedades existem fossas com manutenção adequada, que está relacionada com a forma de gerenciamento dos resíduos e efluentes gerados nos imóveis rurais. Na avaliação do solo, não foram encontradas áreas em processo de degradação na propriedade 1 e 3. Na propriedade 2 há um processo inicial de degradação em 30 ha e intermediário em outros 12,5 ha. Essa degradação se refere ao manejo e uso das pastagens, que são esporadicamente reformadas no sistema Integração Lavoura pecuária (ILP) usando milho para a silagem.

Tabela 2: Serviços básicos disponíveis nas propriedades estudadas.

Serviços básicos disponíveis nas residências	Propriedade 1	Propriedade 2	Propriedade 3
Disponibilidade de água (quantidade e qualidade)	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
Acesso à energia elétrica	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
Acesso regular para escoamento da produção	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
Acesso ao serviço de saúde	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
Acesso regular ao transporte escolar	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
Segurança no campo (patrulha para policiamento rural)	Atende parcialmente	Satisfatório	Atende parcialmente
Telefone (celular, celular rural, ou fixo)	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
Internet	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
Coleta pública de lixo	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório

As práticas de conservação foram consideradas insuficientes nas áreas de pastagem das propriedades 2 e 3, e em áreas de culturas permanentes da propriedade 1. Por fim, em todas as propriedades foi detectada a presença de sistema de conservação e drenagem nas estradas.

Tabela 3: Iniciativas em relação à gestão do conhecimento e da informação nas propriedades estudadas.

Iniciativas	Propriedade 1	Propriedade 2	Propriedade 3
Fluxo de caixa (receita/despesa)	Suficiente	Suficiente	Inexistente
Custo de produção das atividades	Suficiente	Suficiente	Inexistente
Acesso à assistência técnica (particular ou pública)	Suficiente	Suficiente	Suficiente
Participação - formas associativas ativas	Suficiente	Suficiente	Suficiente
Busca informação para comercialização da produção / busca diversificar os compradores	Suficiente	Suficiente	Suficiente

Com a avaliação das propriedades, a planilha ISA gera um relatório final, com os valores dos indicadores analisados e gráficos que possibilitam a visualização dos resultados. Os resultados da propriedade 1 estão apresentados na Figura 1. Os aspectos socioeconômicos da propriedade 1 atingem, em sua maioria, os limiares de sustentabilidade (maiores que 0,7), exceto para o Diversificação da renda (0,60) e Grau de endividamento (0,29). Por outro lado, 3 dos 12 indicadores relacionados aos aspectos ambientais estão abaixo do valor desejado: Fertilidade do solo (0,56), Risco de contaminação da água (0,43) e APP (0,56).

Os resultados da propriedade 2 estão apresentados na Figura 2. Os aspectos socioeconômicos da propriedade 2 atingem os limiares de sustentabilidade. Por outro lado, 5 dos 12 indicadores relacionados aos aspectos ambientais estão abaixo do valor desejado, com destaque para o Gerenciamento de resíduos (0,42). Os outros indicadores abaixo do limiar são a Fertilidade do solo (0,48), Qualidade da água (0,66), APP (0,56) e Diversificação da paisagem (0,66).

Assim, na propriedade 2, e em menor grau, nas propriedades 1 e 3 (Figura 3), há uma predominância dos aspectos socioeconômicos em relação aos ambientais. Esse fato também é observado por Ripoll-Bosch

et al. (2012), que consideram que, em nível local (agricultores e consultores técnicos), é dada maior importância às questões econômicas e sociais do que à sustentabilidade ambiental. Os serviços ambientais prestados pelas propriedades, tais como conservação da biodiversidade ou manutenção de paisagens culturais (PIORR, 2003), são também difíceis de medir devido às escalas temporais e espaciais envolvidas (DALE, et al., 2007). Por essa razão, e apesar de sua importância, esses serviços tendem a ser até mesmo ignorados em análises de sustentabilidade.

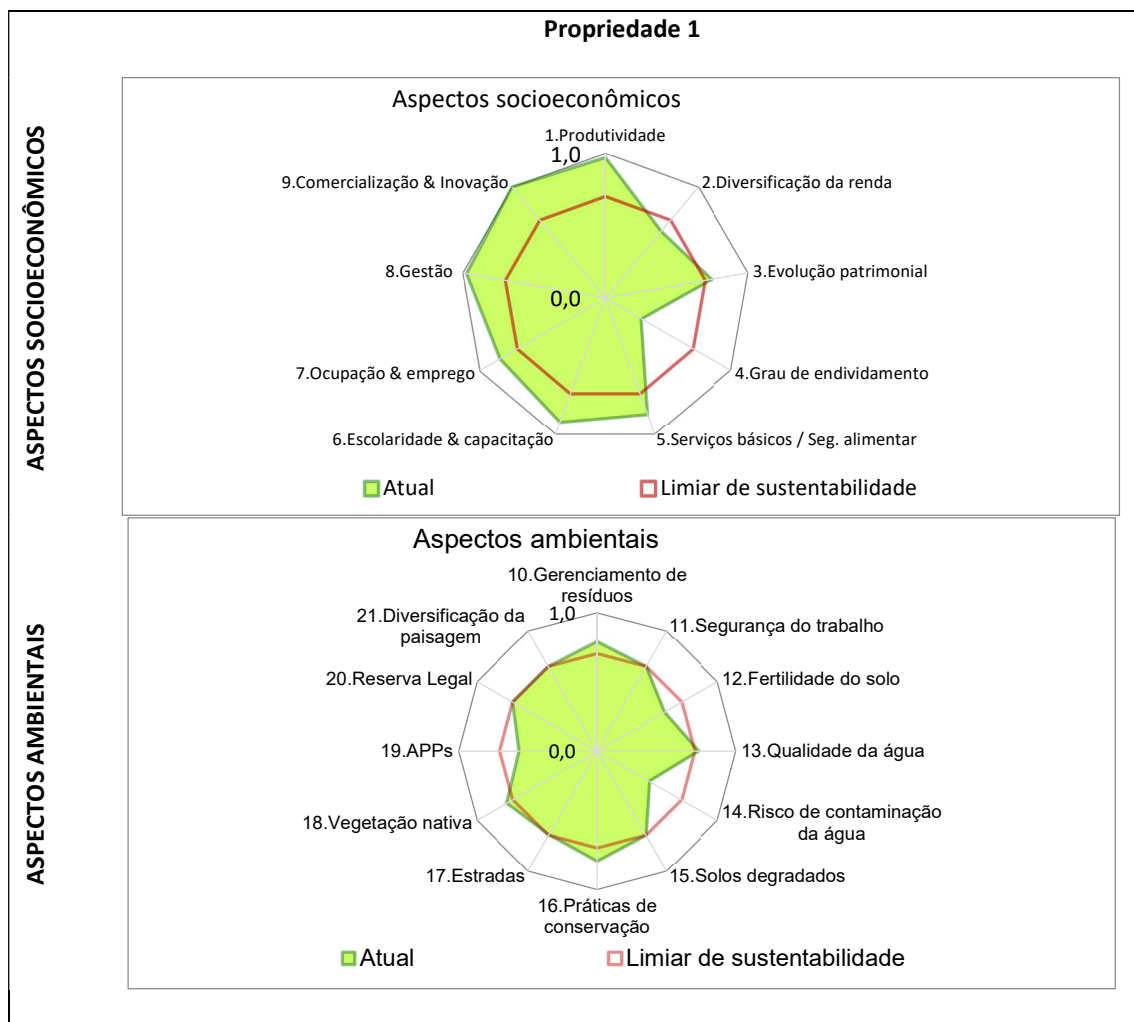


Figura 1: Resultado dos indicadores avaliados na propriedade 1.

Em relação aos aspectos socioeconômicos, a propriedade 3 apresenta (Figura 3) valores abaixo do limiar de sustentabilidade para a Produtividade (0,63), Ocupação e emprego (0,35), Gestão (0,54) e Comercialização e Inovação (0,60). Em relação aos aspectos ambientais, estão abaixo do limiar o Gerenciamento de resíduos (0,50), Segurança do trabalho (0,12), que foi o menor indicador em todas as propriedades devido ao fato do uso de mão de obra sem a regularização devida na legislação (carteira assinada), Fertilidade do solo (0,44), Qualidade da água (0,65), Risco e contaminação da água (0,30), Solos degradados (0,55), Vegetação nativa (0,67) e APP (0,35). Assim, o ISA final desta propriedade é de 0,62. Portanto, inferior ao da propriedade 1 (0,72) e da 2 (0,76), sendo a única propriedade estudada com um valor de ISA inferior ao mínimo desejado.

CONCLUSÕES

O presente trabalho objetivou analisar a sustentabilidade de 3 propriedades rurais, tendo como atividade principal a pecuária leiteira, situadas em Minas Gerais. O ISA da propriedade 1 está acima do limiar de sustentabilidade (0,72). Entretanto, 5 dos 21 indicadores relacionados aos aspectos socioeconômicos e ambientais estão abaixo do valor desejado.

A propriedade 2 caracteriza-se principalmente por apresentar todos os indicadores socioeconômicos acima do desejado. Entre os indicadores ambientais, 5 estão abaixo dos valores desejados. É a propriedade com maior valor do ISA, 0,76.

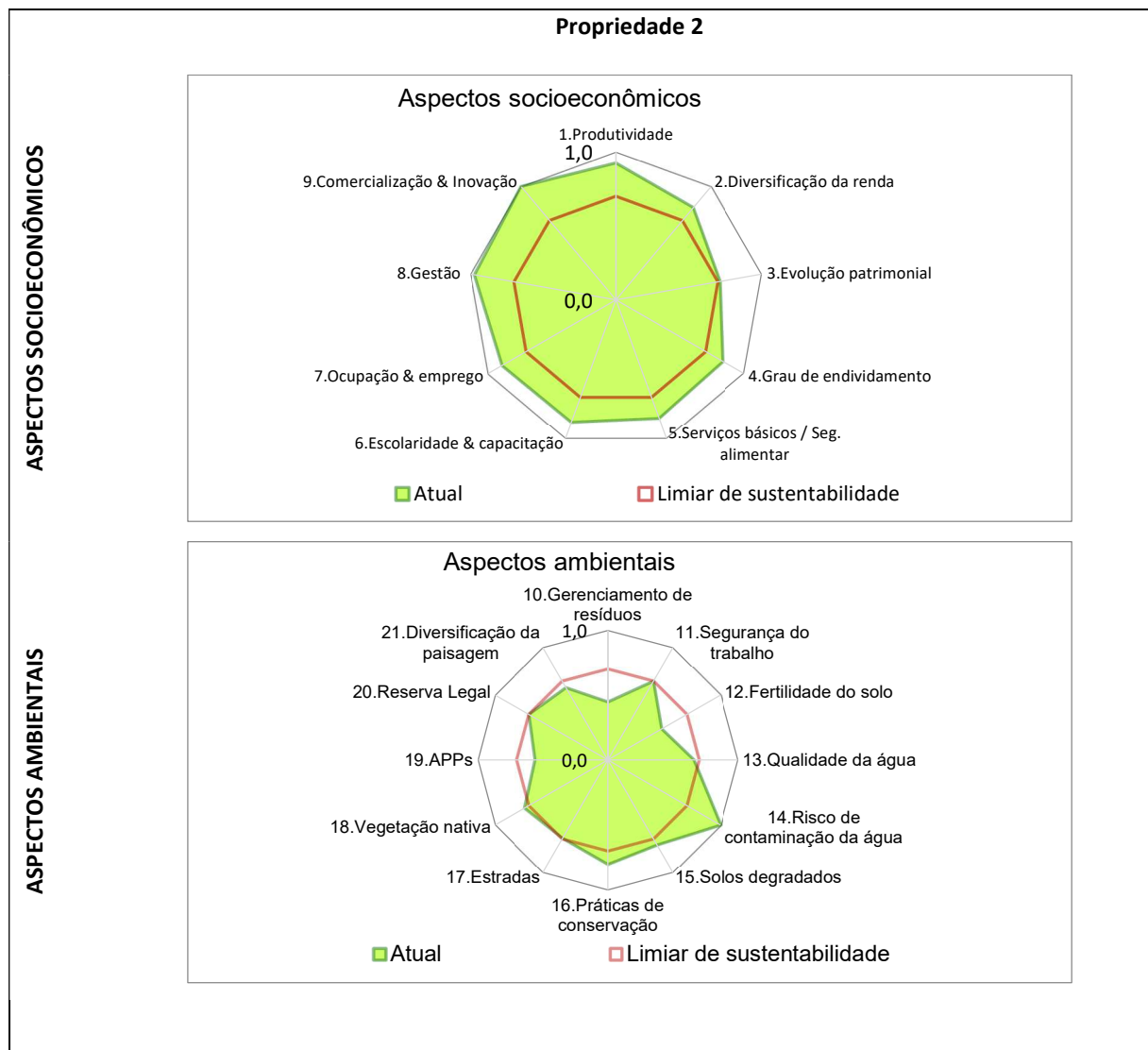


Figura 2: Resultado dos indicadores avaliados na propriedade 2.

A propriedade 3 destaca-se em relação às demais, com ISA igual a 0,62. É, portanto, a única com ISA abaixo do limiar de sustentabilidade. Essa situação se deve tanto a aspectos socioeconômicos quanto a ambientais, destacando por apresentar o menor indicador entre todas as propriedades avaliadas, o indicador segurança do trabalho.

De um modo geral, não se espera de um conjunto de indicadores uma análise aprofundada de qualquer dos seus parâmetros. Com o ISA, os 21 indicadores dão um direcionamento de como está o

empreendimento sem um aprofundamento em cada um deles. Esses valores têm a vantagem de serem obtidos facilmente e de forma ágil, subsidiando uma intervenção nos indicadores ou conjunto de menor valor. Entretanto, é difícil extrapolar os resultados de fazendas para sistemas agrícolas ou tipos agrícolas, pois precisa-se considerar muitas outras variáveis, incluindo tamanho e estrutura da fazenda, localização, atividades fora da propriedade, habilidades de manejo e, ou, os objetivos do agricultor.

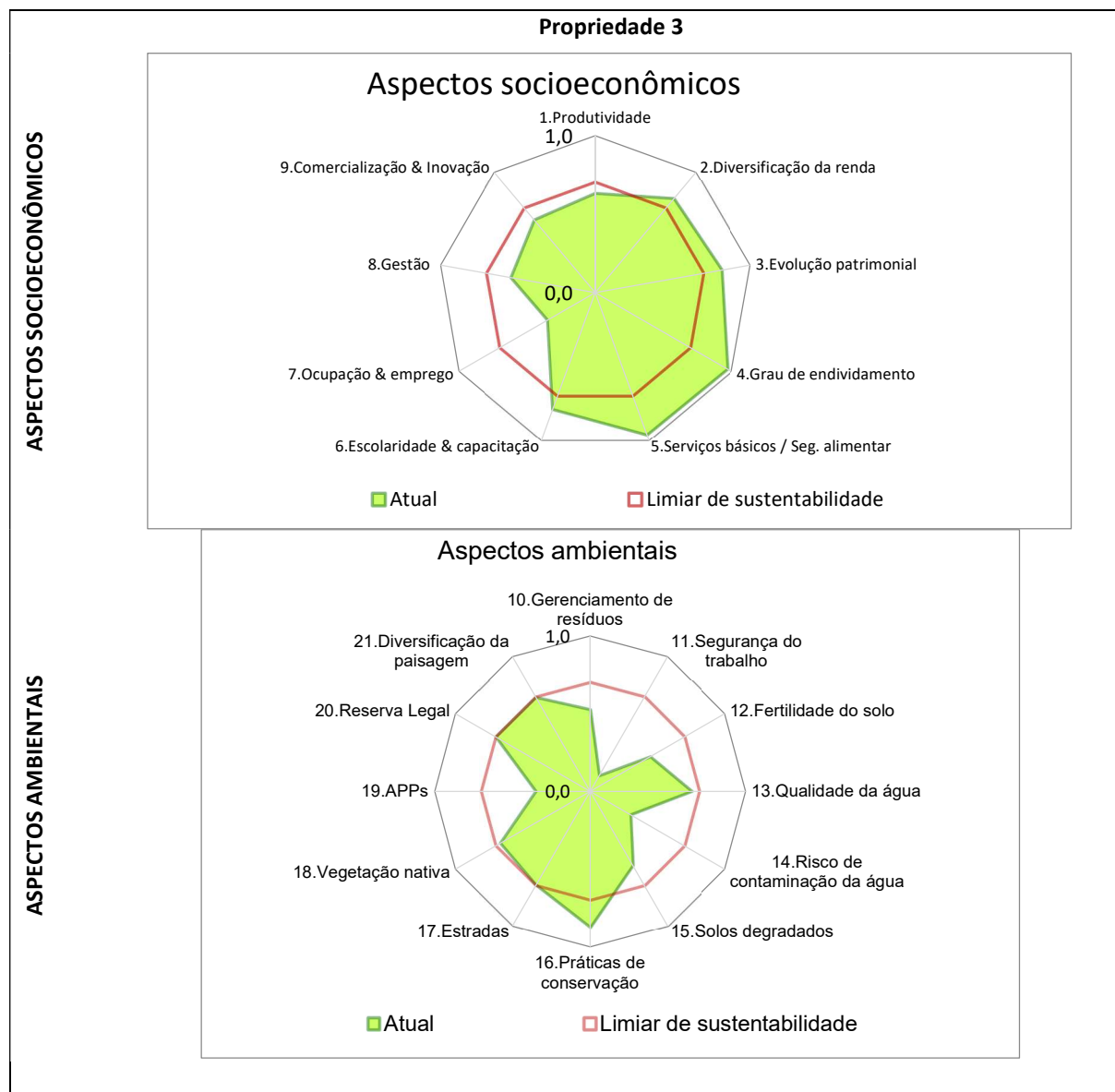


Figura 3: Resultado dos indicadores avaliados na propriedade 3.

Por fim, a utilização do ISA permitiu observar os diversos parâmetros de sustentabilidade das propriedades, identificando pontos críticos que necessitam de mudanças. A partir disso, é possível orientar e determinar políticas e ações que possam melhorar a situação das propriedades. Essa é uma oportunidade de melhorar a eficiência técnica e econômica da propriedade, atendendo a legislação vigente.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M.; BACHA, C. J. C.. Literatura sobre eficiência na produção leiteira brasileira. *Revista de Política Agrícola*, v.30, n.1, p.20-33, 2021.

ALTIERI, M. A.; NICHOLS, C. I. *Agroecologia: teoria y aplicaciones para una agricultura sustentable*. Berkeley: PNUMA, 2000.

ASTIER, M.; GONZÁLEZ, C. Formulación de indicadores socioambientales para evaluaciones de la sustentabilidade de sistemas de manejo complejos. In: ASTIER, M.; MASERA, O., R.; GÁLVAN-MIYOSHI, Y.. **Evaluación de sustentabilidad: un enfoque dinámico y multidimensional**. Valencia: Sociedad Española de Agricultura Ecológica, 2008. p.73-90.

BRASIL. **Projeções do Agronegócio: Brasil 2018/19 a 2028/29**, projeções de longo prazo. Projeções do Agronegócio: Brasil 2018/19 a 2028/29 projeções de longo prazo. Brasília: MAPA, 2019.

CASALINHO, H. D.. Qualidade Do Solo Como Indicador De Sustentabilidade De Agroecossistemas. **R. Bras. Agrociência**, Pelotas, v.13, n.2, p.195-203, 2007.

DALE, V. H., POLASKI, S.. Measures of the effects of agricultural practices on ecosystem services. **Ecological Economics**, v.64, p.286-296, 2007.

DEPONTI, C. M.; ECKERT, C.; AZAMBUJA, J. L. B.. Estratégias para construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v.3, n.4, p.44-52, 2002.

FERREIRA, J. M. L.; VIANA, J. H. M.; COSTA, A. M.; SOUSA, D. V.; FONTES, A. A.. Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas. **Informe Agropecuário**, v.33, p.12-25, (2012).

GUIMARÃES, R. P.; FEICHAS, S. A. Q.. Desafios na construção

de indicadores de sustentabilidade. **Ambiente e Sociedade**, v.12, n.2, p.307-323, 2009.

POPPE, K.; VROLIJK, H.; DOLMAN, M.; SILVIS, H.. FLINT – Farm-level Indicators for New Topics in policy evaluation: an introduction. **Studies in Agricultural Economics**, v.118, p.116-122, 2016.

PIORR, H. P.. Environmental policy, agri-environmental indicators and landscape indicators. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.98, p.17-33, 2003.

RIPOLL, R. B.; DIEZ, B. U.; RUIZ, R.; VILLALBA, E. M.; JOY, M.; OLAIZOLA, A.; BERNUÉS, A.. An integrated sustainability assessment of mediterranean sheep farms with different degrees of intensification. **Agricultural Systems**, v.105, p.46-56, 2012.

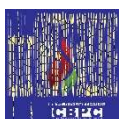
SILVA, C. S. S.; BRAGAGNOLO, C.. Eficiência Técnica e Ambiental da Pecuária Leiteira na Região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. **Revista de Economia e Agronegócio**, v.16, n.2, p.242-261, 2018.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J.. Uma visão sobre qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, v.33, n.4, p.743-755, 2009.

ZHEN, L.; ROUSTRAY, J. K.. Operational Indicators for Measuring Agricultural Sustainability in Developing Countries. **Environmental Management**, v.32, n.1, p.34-46, 2003.

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.

Todas as obras (artigos) publicadas serão tokenizadas, ou seja, terão um NFT equivalente armazenado e comercializado livremente na rede OpenSea (https://opensea.io/HUB_CBPC), onde a CBPC irá operacionalizar a transferência dos direitos materiais das publicações para os próprios autores ou quaisquer interessados em adquiri-los e fazer o uso que lhe for de interesse.



Os direitos comerciais deste artigo podem ser adquiridos pelos autores ou quaisquer interessados através da aquisição, para posterior comercialização ou guarda, do NFT (Non-Fungible Token) equivalente através do seguinte link na OpenSea (Ethereum).

The commercial rights of this article can be acquired by the authors or any interested parties through the acquisition, for later commercialization or storage, of the equivalent NFT (Non-Fungible Token) through the following link on OpenSea (Ethereum).



<https://opensea.io/assets/ethereum/0x495f947276749c646f68ac8c248420045cb7b5e/44951876800440915849902480545070078646674086961356520679561157805502824972289>