Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

AGRICULTURA SUSTENTÁVEL: uma avaliação com indicadores

SUSTAINABLE AGRICULTURE: an assessment with indicators

Fernanda de Freitas Borges[I]
Sheila Machado Mares[II]
Celso Antônio Jardim[III]

Área: Sustentabilidade nos sistemas de produção

RESUMO

As técnicas convencionais de cultivo utilizadas na agricultura podem acarretar impactos negativos no ambiente. Há a necessidade de se desenvolver sistemas produtivos menos degradantes para obter um equilíbrio ambiental e melhorar a qualidade de vida da população humana. A sustentabilidade preconiza o uso racional dos recursos naturais, o equilíbrio entre o tamanho da população humana e o desenvolvimento econômico agregado, assim, produzir de modo sustentável corrobora com as necessidades atuais da agricultura que consiste na maior produção de alimentos para atender toda a população, otimizando o uso dos recursos naturais. Uma das formas de se avaliar o modo de produção é utilizar indicadores, os quais podem revelar a realidade do manejo aplicado nas unidades produtivas. Neste contexto, o trabalho tem como objetivo analisar a sustentabilidade ambiental na agricultura através do uso de indicadores. Para a análise foram utilizados 10 indicadores de sustentabilidade da dimensão ambiental em uma pequena propriedade rural que deseja se tornar agroecológica. Os resultados demostraram que a propriedade é mediamente sustentável. A melhor média foi obtida para o subíndice emissão de resíduos, seguida de uso de recursos naturais e impactos no ambiente. Alguns indicadores podem ser melhorados, como risco de erosão, alterações da água, manutenção de habitats e espécies exóticas, com a substituição de insumos químicos por orgânicos, cobertura vegetal do solo, produção de mais espécies nativas, constituição de áreas de preservação e reserva legal e irrigação por reuso integrado a piscicultura, as quais poderão corroborar com um aumento da sustentabilidade da produção.

Palavras-chave: certificação ambiental; indicadores; produção de alimentos; sustentabilidade.

ABSTRACT

Conventional cultivation techniques used in agriculture can have negative impacts on the environment. There is a need to develop less degrading production systems to achieve an environmental balance and improve the quality of life of the population. Sustainability advocates the rational use of natural resources, the balance with the population and the aggregate economic development, thus, producing in a sustainable way corroborates the current needs of agriculture consisting of the largest food production to meet the entire

[I] Docente da Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB) – São Paulo – Brasil. E-mail: fernanda.borges@fatec.sp.gov.br
[II] Estudante do curso superior de Tecnologia em Gestão Biocombustíveis da Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB) – São Paulo – Brasil. E-mail: sheillaamachdo@gmail.com
[III] Docente da Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB) – São Paulo – Brasil. E-mail: celso.jardim@fatec.sp.gov.br

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

population optimizing the use of natural resources. One of the ways to assess the model of production is to use indicators, which can reveal reality. Therefore, the work aims to analyze environmental sustainability in agriculture using indicators. For the analysis, 10 indicators of sustainability of the environmental dimension were used in agroecological rural property. The results showed that rural property is moderately sustainable. The best average was obtained for the waste emission sub-index, followed by using natural resources and impacts on the environment. Some indicators can be improved, such as risk of erosion, water changes, maintenance of habitats and exotic species, with the substitution of chemical inputs for organic ones, vegetation cover of the soil, production of more native species, constitution of conservation areas and legal reserve and irrigation by reuse integrated with fish farming, which may corroborate an increase in the sustainability of production.

Keywords: environmental certification; indicators; food production; sustainability.

Data de submissão do artigo: 06/11/2024.
Data de aprovação do artigo: 28/04/2025.
DOI: 10.52138/citec.v17i01.404

1 INTRODUÇÃO

A agricultura é uma atividade que vem se expandindo ao longo dos anos, e se tornou de grande importância para o homem. Com o aumento da população, a demanda por alimentos se ampliou para suprir as necessidades dos seres humanos e, com isso, contribuiu para degradação do solo, das águas e do ar.

A produção agrícola aumentou nos últimos 30 anos devido ao desenvolvimento de novas tecnologias, utilização de defensivos agrícolas, melhoramento genético, usos intensivos de fertilizantes e irrigação. Apesar do aumento na produção, a modernização ocasionou consequências negativas, tais como destruição de florestas e da biodiversidade genética, devido a abertura de novas terras para plantio (Balsan, 2006). Essa "evolução" na agricultura pode ocasionar impactos negativos ao meio ambiente, como erosão e contaminação dos solos e das águas, caso não seja realizada de maneira sustentável (Simão; Siena, 2009). A agricultura é a atividade que mais consome água, cerca de 70% de toda água consumida no planeta, e a que mais causa poluição de fontes de água subterrâneas e superficiais, principalmente por compostos nitrogenados. A atividade também contribui em grande parte para a poluição das águas com fosfatos e emissões de gases como metano e óxido nitroso, segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 2019).

De acordo com a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, os problemas ambientais decorrentes da agricultura resultaram em técnicas de produção sustentáveis, uma forma de usufruir dos recursos naturais sem causar grandes danos ao meio ambiente, e para ter sustentabilidade ambiental é indispensável não colocar em risco os elementos naturais (Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento - CMMAD, 1988). A sustentabilidade na agricultura é um processo desenvolvido para preservar os recursos naturais para as futuras gerações e, para medir este processo é possível realizar uma análise utilizando indicadores da qualidade ambiental.

Os indicadores possuem uma função fundamental, eles indicam a direção ou tendência do seu desenvolvimento e podem ser qualitativos ou quantitativos. Esses indicadores podem gerar certificados ambientais, tendo em vista garantir processos com menor impacto no meio

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

ambiente (Bellen, 2005). No Brasil existem alguns tipos de certificações e/ou selos ambientais que atestam a qualidade de um produto, natureza.

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar a sustentabilidade ambiental da agricultura através do uso de indicadores. A pesquisa visa testar alguns indicadores ambientais, desenvolvidos para a agricultura, em uma propriedade agrícola e com os resultados obtidos comparar, em trabalhos futuros, outros sistemas de produção na dimensão ambiental, bem como propor melhorias no sistema produtivo testado.

2 DEMANDA DE ALIMENTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS

Desde o surgimento da humanidade, sempre se explorou e consumiu o que a natureza disponibilizava, mas com a modernização para extrair e consumir cada vez mais, surgiram os impactos ambientas, que representam riscos para o planeta. Com o crescimento diário da população humana torna-se desafiador alimentar a todos e, ao mesmo tempo, produzir alimentos saudáveis e de forma sustentável. De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), a expectativa é que no ano de 2050, o mundo atinja a marca de 9,7 bilhões de pessoas. Este aumento populacional reflete-se sobre o agronegócio, tornando-o responsável pela produção de alimentos, podendo este ser insuficiente para atender a demanda da segurança alimentar da população mundial. Desta forma, o atendimento das demandas por alimentos exigirá um aumento de 50% na produção, aumentando os impactos ambientais, como uso intensivo do solo, da água e de energia, podendo esgotar-se a serviço da produção de alimentos (Biasi, 2017).

A produção de alimentos, segundo o *World Wide Fund for Nature (WWF*), é uma das atividades que mais utiliza os recursos naturais, como energia, solo, água e minerais e com o rápido crescimento populacional as reservais naturais estão se esgotando, uma vez que a natureza precisa de um tempo para se regenerar, o que pode ser observado com a diminuição da produção (WWF BRASIL, 2017). Como consequências têm-se a redução da biodiversidade e da fertilidade do solo, erosão, alterações climáticas e poluição do ar e da água (Silvia, 2020). Por isso se torna necessário a compreensão sobre os danos ambientais, os quais começaram a ser entendidos pela sociedade de maneira global e não localizada (Bellen, 2005).

O Brasil é um dos grandes fornecedores de alimentos e produtos agrícolas do mundo, alcançando o segundo lugar no ranking e o mais preparado para atender a demanda mundial de alimentos, sendo um dos poucos países com grandes porções de terra disponíveis para essa atividade. Um dos desafios é atender a demanda mundial de alimento e buscar mais áreas para produção agrícola, de acordo com a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico e a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (OCDE-FAO, 2014). Segundo Teixeira (2005) a modernização na agricultura busca constantemente melhorias para o aumento da produtividade. Mas essa evolução trouxe algumas desvantagens para as questões ambientais como o aumento do uso de agrotóxicos, defensivos agrícolas e de novas áreas de cultivo.

2.1 Sustentabilidade e segurança alimentar

O desenvolvimento sustentável consiste em satisfazer as necessidades da geração presente, sem comprometer as possibilidades das futuras gerações em satisfazer as suas próprias necessidades (CMMAD, 1988). A sustentabilidade tem como finalidade equilibrar o fornecimento de alimentos para as necessidades humanas e ajudar a manter a produtividade

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

quando sujeita desequilíbrios, protegendo os recursos naturais, garantindo suprir as necessidades das gerações futuras, através de métodos sustentáveis de produção e consumo (Sousa, 2020). Esses desequilíbrios podem ser percebidos por meio das mudanças climáticas e desastres ambientais, como secas e inundações que prejudicam a produção de alimentos.

Existem três dimensões na sustentabilidade: a ambiental, a econômica e a social. Essas dimensões são interligadas e consideradas os pilares da sustentabilidade, usados em sistemas que se denominam sustentáveis. As ações da dimensão ambiental visam a proteção do meio ambiente como a redução dos gases poluentes, uso racional de água e energia, reciclagem de resíduos e preservação ambiental, aumentando a qualidade de vida; já as ações da dimensão econômica estão relacionadas ao investimento, lucratividade e estabilidade financeira de uma empresa, com o objetivo de garantir crescimento econômico por um longo prazo e recursos para futuras gerações (Bellen, 2005).

A sustentabilidade ambiental, utiliza a energia de forma renovável, preservando e conservando os recursos naturais que garantem a manutenção da capacidade de produção (Moura, 2002). Para alcançar a sustentabilidade na agricultura é necessário ter uma gestão ambiental nas áreas rurais, avaliando os impactos com o auxílio de indicadores e certificando as propriedades que utilizam boas práticas de produção (Rodrigues; Pimenta; Casarini *et al*., 2016). De acordo com Deggorone e Costa (2018), não existe um conceito para o desenvolvimento sustentável na agricultura, mas tem como base a preservação para manter os recursos naturais, pensando sempre nas próximas gerações e resultando na necessidade do desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade.

De acordo com a Organização das Nações Unidas, em 2018, 36,7% da população brasileira atingia algum grau de insegurança e, uma das metas do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 2 - Fome Zero e agricultura sustentável, prevista pela Agenda 2030 é acabar com a fome e garantir o acesso de todas as pessoas a alimentos seguros, nutritivos e suficientes (ONU BRASIL, 2019). Consumir alimentos saudáveis e de ótima qualidade é o direito de toda população. Esse conceito de segurança alimentar foi tratado logo após a segunda guerra mundial devido à falta de alimentos. A segurança alimentar é a garantia de que todos possam se alimentar com alimentos básicos e de boa qualidade, sem comprometer outras necessidades consideradas básicas para o homem (Burity *et al*., 2010).

O ODS 2 tem a função de acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável e possui, entre outras, as metas: 2.3 Dobrar a produtividade agrícola e 2.4 Garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos. Na meta 2.4, o Brasil criou um indicador, 2.4.1 - Proporção da área agrícola sob agricultura produtiva e sustentável; porém ainda sem dados coletados, o qual prevê estimar a proporção da produção sustentável de alimentos de origem agrícolas em relação ao sistema convencional (Brasil, 2020).

2.2 Indicadores de sustentabilidade na agricultura

Segundo Hammond *et al.* (1995) *apud* Bellen (2005), o termo indicador tem origem do latim *indicare*, que significa, descobrir, apontar e anunciar. Possui o objetivo de transmitir uma informação ou comunicar sobre um processo para direcionar uma meta, como por exemplo, o desenvolvimento sustentável. Os indicadores são recentes, e mesmo com esses aspectos tornou-se de grande utilidade para as análises práticas agrícolas, permitindo avaliar de forma clara o grau de sustentabilidade, sendo um forte aliado nas atividades de monitoramento (Santos; Ramos; Rodrigues, 2012).

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

O objetivo dos indicadores é oferecer informações de maneira mais transparente, simplificando as informações adquiridas, esses indicadores devem ser eficientes e não exaustivos. Não existem indicadores universais, cada categoria tem a sua finalidade. Eles podem ser de maneira qualitativa, que medem as mudanças nas atividades com resultados mais concretos, estando mais adaptado com os impactos que os resultados têm sobre o processo ou quantitativa que resultam de cálculos ou parâmetros quantitativos práticos e ligando os números expressivos e relacionando a quantidade. Esses indicadores são eficientes e se diferenciam de acordo com o objetivo do estudo, e não se encontram indicadores de sustentabilidade definitivos, assim facilitando o uso de diversos sistemas de indicadores existentes (Bellen, 2005).

De acordo com Moura (2002), o uso dos indicadores de sustentabilidade na produção pode indicar se o caminho do agroecossistema está voltado para a sustentabilidade ou para a insustentabilidade. Na avaliação histórica, a modernização na agricultura desencadeou alguns efeitos que causaram uma crise ambiental e social e o surgimento do desenvolvimento sustentável retratou os impactos causados pelo desenvolvimento nos últimos ano, em especial na agricultura e a necessidade de avaliar a sustentabilidade do sistema de produção através de indicadores.

No processo de adequação da sustentabilidade e com a utilização dos indicadores podem ser geradas certificações ou criados selos ambientais. Com o aumento da qualidade e preservação do meio ambiente, órgãos governamentais impõem algumas regras para atender a demanda de sustentabilidade e para que esses objetivos sejam alcançados é necessário inserir a certificação na sua produção. Esses selos dão a garantia que um produto tem qualidade ambiental, aumentando a confiança dos consumidores que buscam a sustentabilidade, conforme o Instituto Brasileiro de Certificação Ambiental (IBRACAM, 2020). As certificações precisam ser renovadas e reavaliadas pelo órgão responsável. Os certificadores podem ser órgãos públicos ou empresas privadas (Conselho Científico Agro Sustentável - CCAS, 2020).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Foi realizada uma pesquisa quali-quantitativa e descritiva do tipo estudo de caso, onde foi analisada a sustentabilidade ambiental de uma propriedade rural que utiliza um sistema de produção em transição para agroecológico e seus resultados foram interpretados com a finalidade de propor melhorias nas técnicas utilizadas. Para a realização da análise foram utilizados 10 indicadores de sustentabilidade da dimensão ambiental, desenvolvidos de acordo com Borges (2020).

Os indicadores desenvolvidos refletem o uso dos recursos naturais, emissão de resíduos e impactos causados no ambiente. Cada indicador é pontuado para formar um subíndice que, posteriormente, formam um índice que resulta na análise de sustentabilidade. O índice varia de zero a um onde, quanto mais próximo de zero mais insustentável e quanto mais próximo de um mais sustentável é o sistema de produção. Após a obtenção do índice, é gerado um gráfico do tipo radar, o qual facilita a visualização das pontuações dos subíndices.

Para a avaliação da sustentabilidade foi formulado um questionário semiestruturado contendo dez perguntas relacionadas aos indicadores de sustentabilidade da dimensão ambiental, que refletem o uso dos recursos naturais, as emissões de resíduos e os impactos causados no ambiente, para ser aplicado diretamente aos produtores rurais. Cada pergunta do questionário corresponde a um indicador e suas alternativas foram pontuadas de 0,2 a 1,0 para formar a média final do indicador. Neste estudo de caso, foi selecionada uma pequena

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

propriedade rural de 30 hectares situada em Concórdia, Santa Catarina que produz alimentos em um sistema que pretende ser agroecológico. O proprietário respondeu o questionário e, segundo suas respostas, foram pontuados cada subíndice que resultou no índice de sustentabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na propriedade avaliada são produzidas múltiplas culturas como cereais e hortifrútis: milho, arroz, feijão, mandioca, pepino, amora, framboesa, mirtilo, uva e outros. Os indicadores de sustentabilidade ambiental (Tabela 1) foram utilizados tanto para formular o questionário, quanto para testar a avaliação da sustentabilidade na propriedade.

Tabela 1 - Indicadores da dimensão ambiental utilizados na agricultura

Diretrizes propostas para Agricultura	
Subíndices e Indicadores da Dimensão Ambiental	
Uso de recursos naturais	Uso de insumos químicos
	Uso do solo
	Risco de erosão
	Uso da água
	Alterações da água
Emissão de resíduos	Emissão de gases poluentes
	Resíduos gerados
	Manutenção de habitats
Impactos no ambiente	Conservação da diversidade biológica
	Introdução de espécies exóticas

Fonte: os autores (2024)

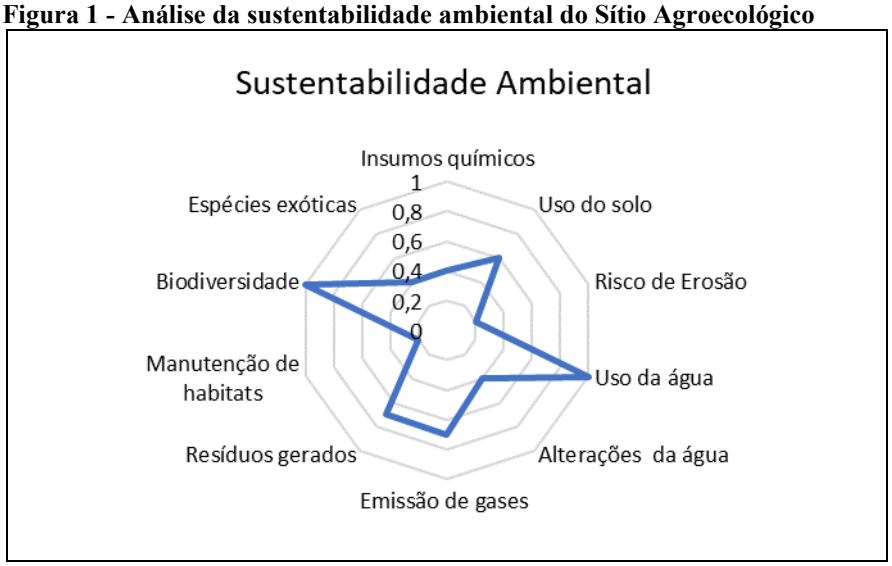
O resultado da análise de sustentabilidade ambiental da unidade produtiva (Sítio Agroecológico), segundo as declarações do proprietário via formulário, obteve um valor de 0,56. Em escala que varia de 0 a 1 esse valor se manteve um pouco acima da média (0,50) mostrando que o sítio é sustentável (Figura 1), porém necessita de melhorias em alguns pontos. Com os valores médios dos subíndices, os quais formaram o índice geral é possível observar quais pontos podem ser melhorados para que a sustentabilidade aumente.

Cada bloco de indicadores representa qualidades ambientais que se relacionam ao uso dos recursos naturais, a emissão dos resíduos e os impactos no ambiente provocados pela atividade. O subíndice dos indicadores que representam o uso dos recursos naturais mostrou ser mediamente sustentável (média 0,55), sendo o uso de insumos químicos (média 0,40) e o risco de erosão (média 0,20) insustentáveis e, o uso do solo (média 0,60) e o uso da água (médias 1,0) sustentáveis (Figura 2).

A interação dos elementos plantas, solos, nutrientes, luz solar, umidade e outros organismos coexistentes que compõe um sistema de produção agroecológico resulta em efeitos benéficos e essa ciência é uma forma de produção que deriva do equilíbrio entre os elementos (Ehlers, 2008); logo os sistemas de produção que utilizem uma cobertura vegetal contribuem para proteção do solo, produção constante de alimentos, fechamento dos ciclos de nutrientes e garantia do uso eficaz dos recursos locais, contribuição para a conservação do solo e dos recursos hídricos, e intensificação do controle biológico de pragas fornecendo habitat para os inimigos naturais (Altieri, 2004) podem ser mais sustentáveis.

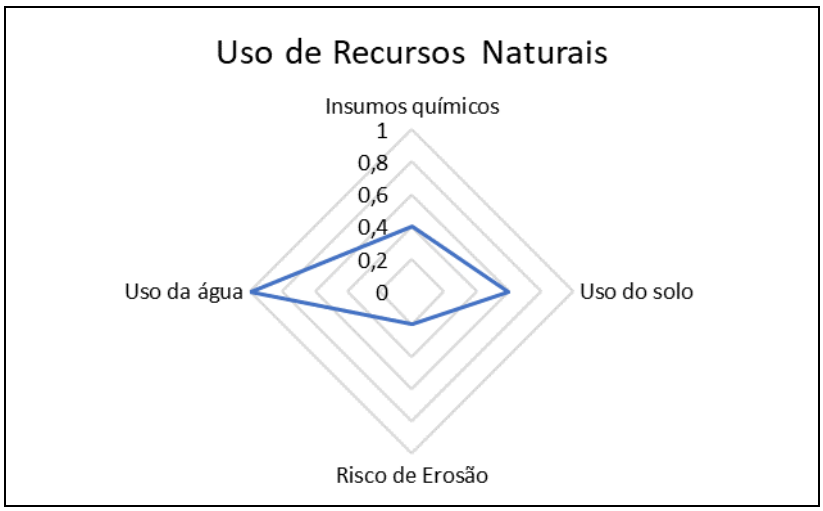
Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

Figura 1 - Análise da sustentabilidade ambiental do Sítio Agroecológico



Fonte: os autores (2024)

Figura 2 - Subíndice dos indicadores que representam o uso dos recursos naturais



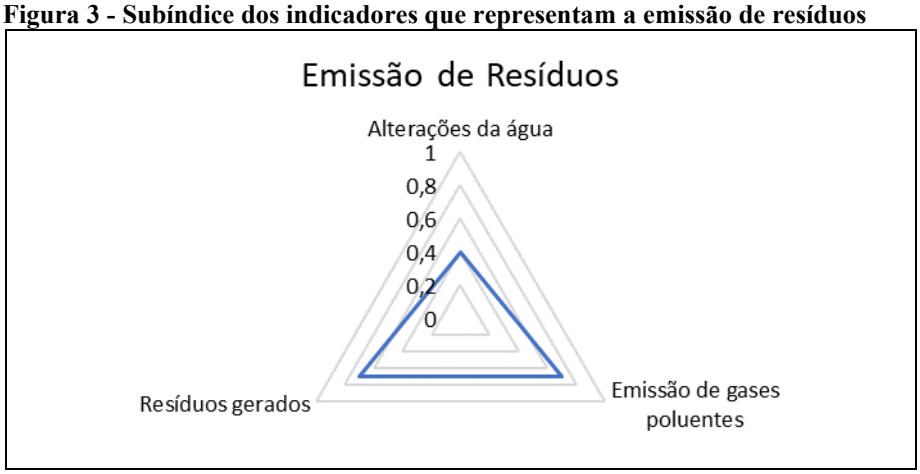
Fonte: os autores (2024)

Nesta figura 2, o uso dos recursos naturais poderia ter tido um valor maior, visto o tipo de sistema que se requer adotar na produção (agroecológico); porém, o risco de erosão foi alto devido a remoção de 100% das árvores nativas. O uso de insumos químicos refletiu negativamente no índice; já o uso do solo, com vários métodos utilizados na produção e, da água, irrigação por gotejo que é mais econômico, refletiram positivamente no subíndice. O uso do solo está relacionado ao método de manejo empregado, como agroflorestal, orgânico ou natural, policultura, rotação de culturas, integrado com criação de animais ou monocultura com plantio direto. Já o tipo de erosão está relacionado à cobertura vegetal, presença de curva de nível e uso de maquinários agrícolas. Os insumos químicos estão relacionados ao uso de agrotóxicos e fertilizantes e o uso da água está relacionado ao sistema de irrigação utilizado, como gotejo, aspersor, pivot e inundação.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

O subíndice dos indicadores que representam a emissão de resíduos mostrou ser sustentável (média 0,60), sendo somente a alteração da água insustentável (média 0,40) e a emissão de gases poluentes e os resíduos gerados sustentáveis (médias 0,70) (Figura 3). A captação de água por poço diminui a sustentabilidade, assim como a emissão de gases por maquinários e fertilizantes nitrogenados. Apesar do uso de agrotóxicos, o proprietário faz a logística reversa das embalagens, melhorando a pontuação.

Figura 3 - Subíndice dos indicadores que representam a emissão de resíduos



Fonte: os autores (2024)

As alterações na água estão relacionadas aos métodos de captação para a irrigação, uma vez que a agricultura é a atividade que mais consome água (70% do total) e, portanto, concorre com outras atividades em qualidade e quantidade (Agência Nacional de Águas-ANA, 2012).

A emissão de gases poluentes está relacionada ao uso de veículos movidos a diesel ou biodiesel, fertilizantes químicos nitrogenados, aeronaves agrícolas e queimadas. A agricultura também contribui para o efeito estufa com emissões de gases como o metano, dióxido de carbono, monóxido de carbono, óxido nitroso e óxidos de nitrogênio (Da Costa *et al*., 2009).

Os resíduos gerados podem ser de origem orgânica ou inorgânica e podem ser reaproveitados, reciclados, compostados ou separados para a logística reversa. A gestão dos resíduos agrícolas pode ser realizada de várias maneiras, de acordo com sua classificação e legislação pertinente (Rossol *et al.,* 2012). Cada resíduo possui uma característica importante para a sua classificação, tratamento e reuso. A reciclagem é uma maneira de reduzir o uso de recursos naturais e os efeitos negativos causados no meio ambiente (Fonseca, 2013).

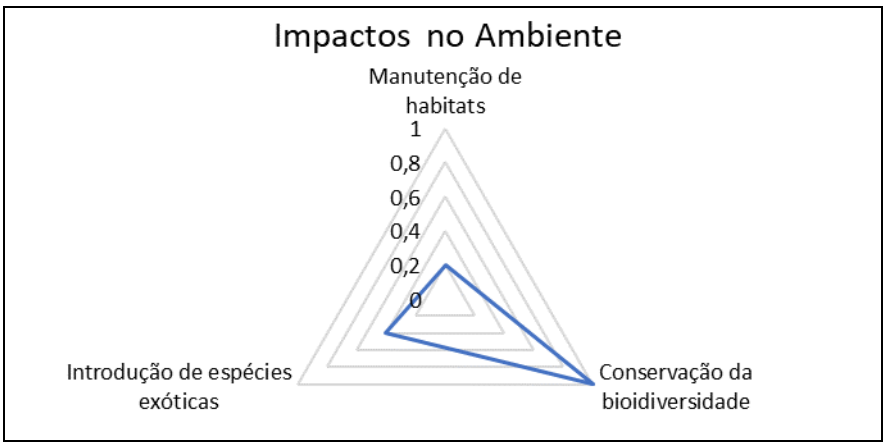
O subíndice dos indicadores que representam os impactos no ambiente mostrou ser mediamente sustentável (média 0,53), sendo a manutenção de habitats (média 0,2) e a introdução de espécies exóticas (média 0,40) insustentáveis e a conservação da biodiversidade sustentável (média 1,0) (Figura 4).

Embora a propriedade avaliada possua o Cadastro Ambiental Rural (CAR), estando de acordo com o Código Florestal, Lei 12.651/2012; não possui a Reserva Legal (RL) ou Área de Preservação Permanente (APP), declarando ter removido 100% da vegetação nativa na propriedade. Com isso obteve uma baixa pontuação na manutenção de habitats (0,2) e na introdução de espécies exóticas (0,2), pois 75% de sua produção provém de espécies exóticas e 25% de espécies nativas cultivadas. As áreas cobertas por vegetação nativa (RL e APP) visam, entre outros, proteger as florestas com a função de preservar os recursos hídricos, a proteção da biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora e proteção do solo (BRASIL,

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

2012). Porém, mesmo sem estas áreas, obteve o valor máximo para conservação da biodiversidade (1,0). Tal fato pode estar relacionado a presença de alguma área de floresta adjacente à propriedade por onde os animais transitam em busca de alimentos. Porém, a questão relacionada a esse indicador poderá ser revista considerando o número total de espécies de animais silvestres avistados.

Figura 4 - Subíndice dos indicadores que representam os impactos no ambiente



Fonte: os autores (2024)

Todo proprietário rural deve realizar o seu cadastro. Este é um registro público eletrônico obrigatório para todos os imóveis rurais para obter a regularidade ambiental. Um dos requisitos do Código Florestal é a Reserva Legal, uma área coberta por vegetação nativa, visando a conservação e a proteção a biodiversidade (Brasil, 2012). Desta forma, o proprietário rural que preserva ou mantém essa área preservada evita a erosão do solo, diminui números de invasão de animais em plantações, infestações de pragas e protege as nascentes e rios. Ou seja, a remoção dessas áreas pode trazer prejuízo ambiental e econômico para o produtor (Oliveira; Wolski, 2012). Neste caso, apesar do proprietário possuir o CAR ele não possui a Reserva Legal, declarando ter removido 100% da vegetação nativas na propriedade e, com isso, obtendo uma baixa pontuação na manutenção de habitats e na introdução de espécies exóticas.

Porém, conforme as declarações, foram avistados uma grande quantidade de animais silvestres, contribuindo com a pontuação mais alta do subíndice Conservação da Biodiversidade. Esta relação pode estar vinculada com alguma área de mata preservada adjacente a propriedade que serve de habitat para os animais silvestres, porém estes animais podem se locomover entre a mata e a propriedade em busca dos alimentos produzidos.

Os recursos naturais são elementos que a natureza produz, que são utilizados pelo ser humano e renovados após seu uso. Existem dois tipos de recursos naturais, renováveis e os não renováveis. Os renováveis são considerados flora e fauna, já os não renováveis estão relacionados com o petróleo e minerais. O aproveitamento desses bens deve ser feito de maneira racional, para que não ocorra o esgotamento dos recursos, sem desperdício e obedecendo os limites de uso (Dulley, 2004), inclusive na agricultura.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise de sustentabilidade ambiental realizada neste estudo de caso demonstrou que a propriedade é sustentável, porém alguns pontos indicados podem ser melhorados para que a sustentabilidade da produção aumente. Neste caso, os indicadores demonstraram que, se forem adotadas melhores práticas de manejo, podem corroborar com um aumento da sustentabilidade; como por exemplo a substituição do uso de insumos químicos por orgânicos, a cobertura vegetal do solo na área de cultivo, a produção intercalada com espécies nativas e a constituição de áreas de preservação em atendimento à legislação ambiental. Também evitar o uso de água subterrânea para irrigação, podendo ser substituída por reuso integrado a piscicultura, por exemplo.

O uso de indicadores na agricultura pode colaborar para que um sistema seja sustentável, pois auxilia, controla e monitora o manejo, os resíduos e os recursos oferecido pela natureza, que são utilizados pelos agricultores, para que não venha causar danos a natureza. Os indicadores sugeridos mostraram ser eficientes para serem utilizados na agricultura. Eles podem apontar melhorias aliando a produção com a preservação da natureza.

Os indicadores testados têm potencial para formular um selo verde; o uso de selos verdes pode agregar valor aos produtos e garantir a qualidade ambiental, por isso é importante desenvolver formas de certificação de sistemas que atestem aos consumidores a responsabilidade na produção de alimentos de origem vegetal.

REFERÊNCIAS

ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável.** 4ª ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Quase metade da água usada na agricultura é desperdiçada.** 2012. Disponível em: https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/quase-metade-da-a-gua-usada-na-agricultura-a-c.2019-03-15.2354987174. Acesso em: 14 out. 2020.

BALSAN, R. Impactos decorrentes da modernização da agricultura brasileira. **Revista de geografia agrária**, Rio Grande, v. 1, n. 2, p. 123-151, ago. 2006.

BELLEN, H. M. Van. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa.** 1° ed. Rio de Janeiro. EDITORA FGV, 2005. 256 p.

BURITY, Valéria; FRANCESCHINI, Tháis; VALENTE, Flávio; RECINE, Elisabetta; LEÃO, Marília; CARVALHO, Maria de Fátima. Direito humano à alimentação no contexto de segurança alimentar e nutricional. **ABRANDH**, 2010, 204p.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Código Florestal Brasileiro.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 28, maio de 2012.

_____. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.** 2020. Disponível em: https://odsbrasil.gov.br/objetivo/objetivo?n=2. Acesso em: 12 out. 2020.

BIASI, C. A. F. **Desperdício de Alimentos.** Convenção ABRAS/FAO. São Paulo, 2017.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

BORGES, F. F. Certificação ambiental e indicadores de sustentabilidade da agricultura. **Ciência & Tecnologia,** v. 12, n. 1, p. 87-96, 2020.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). **Nosso futuro comum.** Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, p. 10, 1988.

CONSELHO CIENTÍFICO AGRO SUSTENTÁVEL (CCAS). **Certificação ambiental: um caminho para a sustentabilidade**, 2020. Disponível em:https://agriculturasustentavel.org.br/certificacao-ambiental-um-caminho-para-a-sustentabilidade. Acesso em: 14 jun. 2020.

DA COSTA, A. R., MADARI, B. E., CARVALHO, M. D. M., MACHADO, P. D. A., BERNARDES, T. G., DA SILVEIRA, P. M. Uso do nitrogênio na agricultura e suas implicações na emissão do gás de efeito estufa óxido nitroso (N2O). Uso do nitrogênio na agricultura e suas implicações na emissão do gás de efeito estufa óxido nitroso (N_2O). **Embrapa Arroz e Feijão**. 2009.

DEGGORONE, Z. A.; COSTA, J. F., R. Indicadores de sustentabilidade na produção de alimento: uma análise sobre a produção de olerícola no município de Erechim, **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**. Florianópolis, v. 7, n. 3, p. 350-380, jul./set. 2018.

DULLEY, R. D. Noção de natureza, ambiente, meio ambiente, recursos ambientais e recursos naturais. São Paulo, v 51, n.2, 15-26, jul./dez. 2004.

EHLERS, E. M. **O que é agricultura sustentável.** São Paulo: Brasiliense, 2008.

FONSECA, Lúcia Helena Araújo. Reciclagem: o primeiro passo para a preservação ambiental. **Rev. Científica Semana Acadêmica**, v. 1, p. 36, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL (IBRACAM). **Conheça 10 dos certificados ambientais mais comuns no** Brasil, 2020. Disponível em: https://ibracam.com.br/blog/conheca-10-dos-certificados-ambientais-mais-comuns-no-brasil. Acesso em: 14 jun. 2020.

MOURA, L. G. V. **Indicadores para a avaliação da sustentabilidade em sistema de produção de agricultura familiar:** caso dos fumicultores de Agudo – RS. Dissertação (Mestrado em desenvolvimento rural) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, set. 2002.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E A ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO - OCDE-FAO. **Perspectivas agrícolas 2015-2014**, 2014. Disponível em: http://www.fao.org/home/search/en/?q=PERPESTIVAS%20AGRICOLAS. Acesso em 11 jun. 2020.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OECD). **Work on environment 2020-2019**, 2019. Disponível em: https://web-

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

archive.oecd.org/2019-09-25/135876-brochure-oecd-work-on-environment-2019-2020.pdf. Acesso em: 5 out. 2020.

OLIVEIRA, T.; WOLSKI, M. S. Importância da reserva legal para a preservação da biodiversidade. **Revista eletrônica de extensão da URI**, Vivências, v.8, n.15, p.40-52, 2012.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU BRASIL. Organizações das Nações Unidas Brasil. **Indicadores Brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.** 2019. Disponível em: https://odsbrasil.gov.br/. Acesso em: 07 ago. 2020.

RODRIGUES, G. S.; PIMENTA, S. C.; CASARINI, C. R. A. Ferramentas de avaliação de impactos ambientais e indicadores de sustentabilidade na Embrapa. Jaguariúna: **Embrapa meio ambiente**, 2016, 22 p. 1-20.

ROSSOL, C. D.; HOMERO, S. F.; BERTÉ, L. N.; JANDREY, P. E.; SCHWANTES, D.; GONÇALVES JR., A. C. Caracterização, classificação e destinação de resíduos da agricultura. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 11, n. 4, p.33-43, 2012.

SANTOS, C.; RAMOS, O. F.; RODRIGUES, S. A. S. Aspectos de sustentabilidade no cultivo do milho no estado de Sergipe. In: ENCONTRO REGIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA. XXI, 2012, Uberlândia. **Anais[...].** Uberlândia: UFU. 2012.

SIMÃO, R.; SIENA, O. Desenvolvimento sustentável na agricultura e indicadores de sustentabilidade uma visão geral. **Saber Científico**. Porto velho, v. 2/2, p. 80-97, 2009.

SOUSA, R. **Brasil Escola:** Sustentabilidade. 2020. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/educacao/sustentabilidade.htm. Acesso em: 02 dez 2020.

TEIXEIRA, J. C. Modernização da agricultura no Brasil: impactos econômicos, social e ambientais. **Revista eletrônica associação dos geógrafos brasileiros**, Três Lagos-MS, v. 2, ano. 2, p. 1-22, 2005.

WWF BRASIL. **Impactos ambientais da alimentação é tema de vídeos do WWF-Brasil.** 2017. Disponível em: https://www.wwf.org.br/?59882/Impactos-ambientais-da-alimentao--tema-de-vdeos-do-WWF-Brasil. Acesso em: 07 nov. 2020.