International Journal of Environmental Resilience Research and Science (IJERRS)
Revista Internacional Resiliência Ambiental Pesquisa e Ciência Sociedade 5.0 Resiliência Ambiental
ISSN 2675-3456

Indicadores de sustentabilidade adotados em avaliações de sistemas de manejo de recursos naturais

Sustainability indicators adopted in evaluations of natural resource management systems

Tiago Amaral Silva[1]
Irene Carniatto de Oliveira[2]

Resumo: Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa de revisão bibliográfica, baseada em dez estudos de caso que utilizaram o método MESMIS - Marco para Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade. O objetivo foi avaliar as experiências de diversos pesquisadores e identificar os principais indicadores de sustentabilidade adotados em pesquisas sobre sistemas de manejo de recursos naturais. Identificaram-se 174 indicadores, distribuídos nas categorias, 59 ambientais; 53 econômicos; 60 sociais e 2 indicadores de saúde, cada qual buscando compreender características dos agroecossistemas e mercados agroecológicos em várias realidades de países como Brasil, Chile, Colômbia, Itália, Guatemala, México e Uruguai. Percebe-se que não há padronização no uso de indicadores, mesmo utilizando o mesmo método. Não há categorização de indicadores padrões para todos os casos, pois cada agroecossistema funciona em localidades diferentes, com ecossistemas diversos e principalmente com culturas diferentes. Com a vasta disponibilidade de indicadores já criados, o estudo contribui para direcionar as futuras pesquisas que adotem o MESMIS como referencial teórico-metodológico, fornecendo elementos teóricos e técnicos para a avaliação da sustentabilidade de sistemas de manejo de recursos naturais.

Palavras-chave: Agricultura; Ambiental; Econômico; MESMIS; Social.

[1]Doutor em Desenvolvimento Rural Sustentável, Professor no Instituto Federal do Paraná, Assis Chateaubriand, Paraná, Brasil. tiago.amaral@ifpr.edu.br. http://orcid.org/0000-0001-5101-8487
[2]Prof. Dra. do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, Paraná, Brasil. Coordenadora da Câmara Temática Nacional de Educação Ambiental Climática. irene.oliveira@unioeste.br. http://orcid.org/0000-0003-1140-6260

International Journal of Environmental Resilience Research and Science (IJERRS)
Revista Internacional Resiliência Ambiental Pesquisa e Ciência Sociedade 5.0 Resiliência Ambiental
ISSN 2675-3456

Abstract: This article presents the results of a literature review based on ten case studies that employed the MESMIS method - the Framework for the Evaluation of Natural Resource Management Systems Incorporating Sustainability Indicators. The aim was to assess the experiences of various researchers and identify the principal sustainability indicators adopted in studies of natural resource management systems. A total of 174 indicators were identified, divided into 59 environmental, 53 economic, 60 social, and 2 health-related indicators, each seeking to understand the characteristics of agroecosystems and agroecological markets in diverse contexts across countries such as Brazil, Chile, Colombia, Italy, Guatemala, Mexico, and Uruguay. It was observed that there is no standardisation in the use of indicators, even when the same method is applied. There is no categorisation of standard indicators across all cases, as each system operates in different locations, with varying ecosystems, and, most importantly, distinct cultures. Given the vast array of indicators already created, this study contributes to guiding future research that adopts MESMIS as a theoretical-methodological framework, providing both theoretical and technical elements for assessing the sustainability of natural resource management systems.

Keywords: Agriculture; Environmental; Economic; MESMIS; Social.

INTRODUÇÃO

As primeiras abordagens teóricas sobre sustentabilidade foram inicialmente vinculadas ao conceito de desenvolvimento sustentável, por se tratar de preocupações ambientais a serem atreladas ao crescimento econômico convencional e, logo, utilizadas como base para os sistemas de manejo de recursos naturais (Astier *et al*., 2012). Desde então, surgiram métodos científicos voltados à avaliação da sustentabilidade desses sistemas: o IDEA, o MADERUS e o MESMIS. O *Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles* (IDEA), foi criado por equipes multidisciplinares, a pedido do Ministério da Agricultura Francês em 1996, para avaliar e diagnosticar a sustentabilidade dos sistemas agrícolas (Cândido *et al*., 2015). A Metodologia de Avaliação do Desenvolvimento Rural Sustentável (MADERUS), possui por objetivo avaliar o índice de desenvolvimento rural sustentável na agricultura familiar (Hein, 2019), e o Marco para Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade (MESMIS) (Masera; Astier; López-Ridaura, 2000).

Por sua fácil aplicação, o MESMIS tem sido empregado em pesquisas científicas há mais de 20 anos. Uma das razões da sua relevância é a dinamicidade da proposta, pois referencia a avaliação da sustentabilidade para além de abordagens que se concentram em aspectos econômicos e produtivos de curto prazo. Integra conceitos-chave relacionados ao desenvolvimento

sustentável, à sustentabilidade, às abordagens sistêmicas, à gestão de recursos naturais, à avaliação de sustentabilidade e aos indicadores de sustentabilidade (Astier *et al*., 2012).

Por meio de seis etapas, o método possibilita uma mensuração multicritério com base em indicadores sob as perspectivas econômicas, sociais, culturais, políticas e ambientais. Em uma das etapas, o pesquisador determina os critérios de diagnóstico associados aos atributos de sustentabilidade, produtividade, estabilidade, resiliência, confiabilidade, adaptabilidade, equidade e autogestão, e conclui, selecionando os indicadores de sustentabilidade mais apropriados para a coleta de dados (Cândido *et al*., 2015). Esta etapa exige atenção por parte do pesquisador, pois, dependendo dos indicadores utilizados, poderá interferir nos objetivos e resultados ao adotá-los de forma inadequada ou fora do contexto da problemática do estudo (Freudenberg, 2003).

Considerando os diversos indicadores já criados em pesquisas sobre sustentabilidade nesse período de existência do MESMIS, desenvolveu-se um estudo de revisão bibliográfica cujo objetivo geral foi avaliar as experiências de pesquisadores e identificar os principais indicadores quantitativos e qualitativos de sustentabilidade, em pesquisas cujo referencial teórico metodológico foi o MESMIS, e categorizá-los dentro das dimensões sociais, ambientais e econômicas da sustentabilidade.

O texto a seguir está dividido em duas partes. A primeira apresenta uma revisão teórica sobre o MESMIS, e a segunda apresenta quadros e descrições dos principais indicadores adotados nas avaliações das dimensões da sustentabilidade em sistemas de manejo de recursos naturais.

Os resultados aqui apresentados, foram extraídos da nossa tese de doutorado dentro do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), campus de Marechal Cândido Rondon. O programa desenvolve temas como o planejamento e gestão agrícola, ambiental e agroindustrial, abordando as evoluções tecnológicas e as mudanças sociais necessárias ao processo de produção e industrialização sustentável. Enfatiza a territorialização do ambiente, da sociedade e a formulação e execução de políticas públicas nas múltiplas dimensões alusivas ao Desenvolvimento Rural Sustentável.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Durante a década de 1990, pesquisadores e equipes multidisciplinares de universidades do México desenvolveram o Marco para Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais

Incorporando Indicadores de Sustentabilidade (MESMIS, para sigla em espanhol). Na ocasião, o objetivo era difundir e aplicar metodologias de avaliação da sustentabilidade em sistemas de manejo de recursos naturais (Astier *et al*., 2012).

Voltado ao desenvolvimento sustentável de sistemas socioambientais, possibilita traduzir princípios gerais de sustentabilidade em definições operacionais, e orientações práticas, no contexto da gestão de recursos naturais (Cândido *et al*., 2015). Auxilia na identificação de alterações e pontos críticos de um agroecossistema agrícola, florestal ou pecuária, e, tem como resultados, os limites e possibilidades dos sistemas, sob as dimensões econômica, social e ambiental (Masera; Astier; López-Ridaura, 2000).

A sustentabilidade, para estes autores, é definida como um processo pelo qual as necessidades materiais e espirituais de todos os habitantes do planeta seriam permanentemente atendidas, sem comprometer ou até mesmo melhorar as condições de desenvolvimento que as sustentam. Tanto os objetivos, quanto os caminhos para atingir o desenvolvimento sustentável, são importantes e não são estáticos, portanto, devem ser continuamente redefinidos como um produto do desenvolvimento social, econômico e da sua interação com o ambiente (Astier *et al*., 2012).

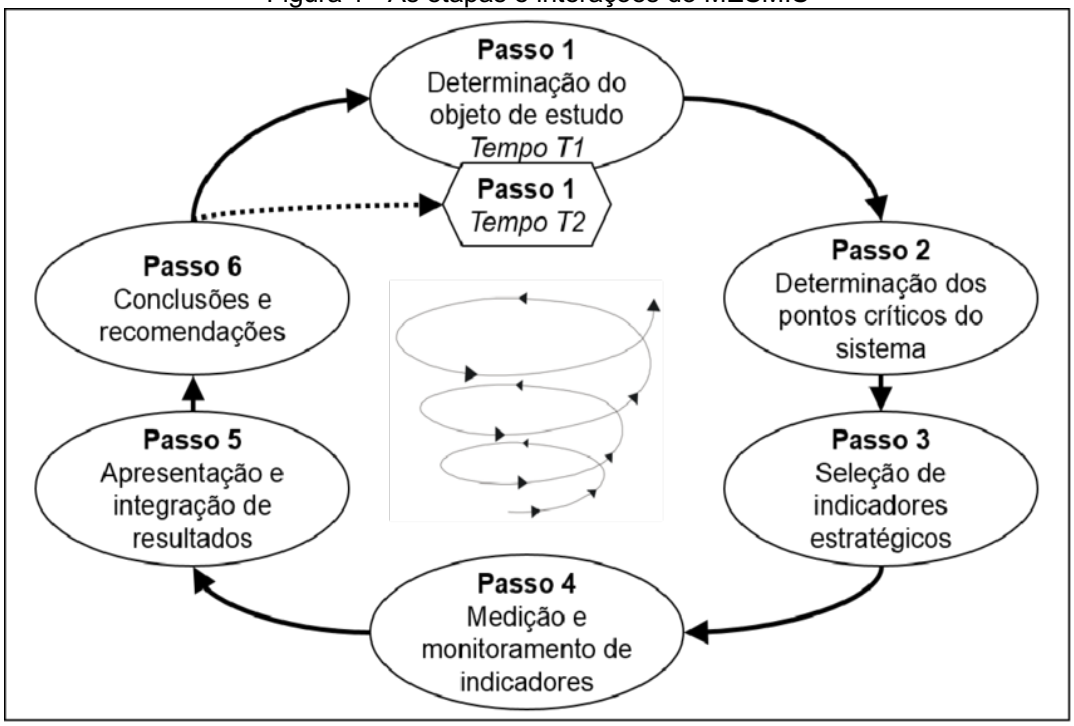
Os objetivos da dimensão social fundamentam-se em bases que promovam a diversidade e o pluralismo cultural, reduzam as desigualdades no interior de países, regiões e comunidades e satisfaçam as necessidades humanas essenciais, principalmente dos mais pobres. Do ponto de vista da dimensão ambiental, os objetivos devem visar à adequação, conservação e restauração da base de recursos naturais, além de promover sistemas tecnológicos que permitam a utilização sustentável dos recursos disponíveis. Na dimensão econômica, os objetivos alinham-se aos sistemas de produção, fornecendo bens e serviços necessários e estimulando o pleno emprego e o trabalho digno (Astier *et al*., 2012).

As avaliações da sustentabilidade em agroecossistemas buscam identificar os atributos presentes nessas três dimensões, que, por sua vez, devem ser comparados dentro de sistemas agrícolas, pecuários, florestais ou de caráter de avaliação histórica em um mesmo sistema. Para isto, devem examinar em que medida os setores são efetivamente mais sustentáveis, identificar os pontos críticos e promover as mudanças necessárias. Além disso, devem comparar estruturas em um mesmo agroecossistema para, então, indicar as características e direcionamentos dos indicadores ambientais, sociais e econômicos apropriados às melhorias nos sistemas de manejo das propriedades (Hein, 2019).

International Journal of Environmental Resilience Research and Science (IJERRS)
Revista Internacional Resiliência Ambiental Pesquisa e Ciência Sociedade 5.0 Resiliência Ambiental
ISSN 2675-3456

Todo o processo, composto por um ciclo de seis etapas, é relativamente simples em sua operacionalização, favorável à participação ativa dos próprios produtores, em todas as etapas (Cândido *et al*., 2015). No decorrer das três primeiras, a finalidade é caracterizar o ambiente estudado, identificar os pontos críticos, selecionar critérios de diagnóstico e indicadores específicos. Nas três últimas etapas, as informações obtidas por meio de técnicas qualitativas e quantitativas e análise multicritério, permitem obter um julgamento de valor sobre os sistemas e fornecem sugestões visando à melhoria dos mesmos (López-Ridaura; Masera; Astier, 2002).

Figura 1 - As etapas e interações do MESMIS



Fonte: Astier *et al*. (2012).

Todo o processo pode assim ser resumido: **1- Determinação do objeto de estudo**: inicia-se a caracterização detalhada do sistema em análise, identificando os diferentes aspectos do sistema de manejo, assim como seu contexto socioeconômico e ambiental; **2 - Análise e identificação dos pontos críticos**: realiza-se uma análise dos pontos críticos do agroecossistema, buscando identificar os fatores que limitam ou favorecem a sustentabilidade do sistema de manejo em questão. Freitag (2020) aponta que a fonte das informações podem ser obtidas mediante entrevistas, visitas, questionários aos produtores, ou até mesmo por obtenção de dados em

Cidade de Londres London City
Cidade do Rio de Janeiro Rio de Janeiro City
Cidade de Brasilia Brasilia City
Cidade de Curitiba Curitiba City
Cidade de Foz do Iguaçu Foz do Iguaçu City
Puerto Iguazu Argentina
Ciudad del Est Paraguay
Hidrelétrica de Itaipu
Cataratas do Iguaçu

associações de agricultores, sindicatos, cooperativas, institutos de pesquisa e órgãos governamentais; **3- Seleção de critérios de diagnóstico e indicadores**: os critérios de diagnóstico descrevem com mais detalhes os atributos gerais da sustentabilidade, tais como produtividade, estabilidade, resiliência, confiabilidade, adaptabilidade, equidade e autogestão. Esses critérios fazem um vínculo necessário entre os pontos críticos, os atributos e os indicadores usados para avaliar a sustentabilidade do sistema de produção; **4- Medição e monitoramento dos indicadores**: os indicadores de sustentabilidade são selecionados e medidas são realizadas para acompanhar e monitorar esses indicadores ao longo do tempo.

A coleta de dados e o monitoramento contínuo permitem avaliar o desempenho do sistema e identificar possíveis melhorias; **5 - Integração e apresentação dos resultados**: os resultados obtidos a partir das medições e do monitoramento dos indicadores são analisados de forma integrada. Nessa etapa, os resultados são interpretados e apresentados de maneira clara, possibilitando uma compreensão mais ampla do desempenho e da sustentabilidade do sistema de manejo; **6 - Conclusões e recomendações**: com base na análise dos resultados, são tiradas conclusões e feitas recomendações para melhorar a sustentabilidade do sistema de manejo. Essas conclusões e recomendações são fundamentais para orientar a tomada de decisões e a implementação de ações voltadas ao aprimoramento da sustentabilidade do sistema (Masera; Astier; López-Ridaura, 2000).

As seis etapas são realizadas em um primeiro ciclo de avaliação e se repetem no mesmo sistema, ou os resultados desta primeira etapa são comparados entre si. Por esta razão, Hein (2019) defende o uso de metodologias de avaliação da sustentabilidade que sejam flexíveis, mas, ao mesmo tempo, criteriosas ao estabelecer os indicadores/variáveis para reavaliar o mesmo sistema de manejo em um novo ciclo.

O autor faz uma crítica ao MESMIS por não estabelecer os indicadores a serem utilizados, o que dificulta a comparação entre pesquisas da mesma natureza. Deste modo, o pesquisador se responsabiliza pela seleção do conjunto de variáveis/indicadores e seus respectivos parâmetros de avaliação e escala a serem implementados. Segundo Hein (2019), tal procedimento pode ser considerado um ponto negativo, pois demanda tempo e dedicação na pesquisa de fontes bibliográficas para sustentar a escolha das variáveis e dos parâmetros. Por outro lado, é relevante a liberdade do pesquisador de escolher quais pontos críticos deseja avaliar, apesar de dificultar a avaliação histórica e limitar a comparabilidade entre estudos distintos em sistemas de manejo

semelhantes.

MATERIAIS E MÉTODOS

Desenvolveu-se um estudo de revisão bibliográfica a partir do levantamento de 10 artigos científicos que adotaram o MESMIS como método das pesquisas em agroecossistemas familiares (Sampieri; Collado; Lucio, 2013). Na primeira etapa da pesquisa, recuperaram-se os artigos e publicações no periódico CAPES, plataforma CAFe-CAPES, banco de dados da WoS - *Web of Science*, sem a delimitação temporal. No campo de busca por tópicos, no mês de outubro de 2023, utilizou-se o descritor MESMIS, entre aspas, sem uso de operadores booleanos. O resultado foi uma amostragem de 57 publicações com esse critério de busca, classificadas em seguida na WoS, com o delimitador *relevance*. Em seguida, foram desconsideradas as publicações que não estabelecessem explicitamente quais indicadores foram utilizados nas pesquisas, ou seja, não adotaram indicadores de sustentabilidade das três dimensões — social, econômica e ambiental —, nem tinham como objetivo avaliar agroecossistemas familiares, chegando, assim, aos 10 artigos mais relevantes sobre o tema.

A segunda etapa da pesquisa consistiu em uma revisão teórica e síntese dos objetivos gerais e resultados dos artigos selecionados. Estes foram agrupados em temas de estudos semelhantes e ordenados de Artigo 1 a Artigo 10, considerando os objetivos de cada artigo, indicadores e as variáveis a que estes se propuseram a avaliar.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os 10 estudos adotaram o MESMIS como principal referencial teórico-metodológico para fundamentação das pesquisas. Aproximadamente 174 indicadores foram levantados e, classificados nas respectivas dimensões: 59 indicadores ambientais, 53 indicadores econômicos, 60 indicadores sociais e 2 indicadores de saúde. A lista dos principais indicadores foi ordenada conforme as três dimensões principais, apresentadas no Quadro 1.

International Journal of Environmental Resilience Research and Science (IJERRS)
Revista Internacional Resiliência Ambiental Pesquisa e Ciência Sociedade 5.0 Resiliência Ambiental
ISSN 2675-3456

Quadro 1 - Os principais indicadores utilizados em pesquisas que avaliam agroecossistemas familiares

Ref.	Indicador	Descrição
Artigo 1	Indicadores ambientais	Manejo do solo; Tipo de cultivo; Agregação de nutrientes; Uso de fertilizantes orgânicos; Sistema de irrigação; Armazenamento de água
	Indicadores econômicos	Pluriatividade do agroecossistema; Composição da renda familiar; Satisfação das necessidades básicas; Autossuficiência alimentar
	Indicadores sociais	Participação em organizações sociais; Comercialização; Suporte técnico; Visão e relevância do agrossistema; Planejamento e registros de gestão; Tomada de decisões
Artigo 2	Indicadores ambientais	Diversificação da produção; Tamanho do Estabelecimento; Dependência de insumos externos; Eficiência Produtiva; Perdas por mudanças climáticas; Vulnerabilidade à Seca; Uso de agrotóxicos
	Indicadores econômicos	Acesso ao crédito; Diversificação dos rendimentos; Geração de emprego e renda; Qualidade da infraestrutura; Rentabilidade; Geração de emprego e renda; Beneficiamento da produção; Produtos diferenciados
	Indicadores sociais	Inovação; Mercado para a agricultura; Mobilização social em organizações; Local de Residência da Família; Escolaridade; Idade; Disponibilidade de mão de obra; Participação e empoderamento; Sucessores para a atividade; Participação feminina na atividade; Autoconsumo; Roubo de máquinas e equipamentos
Artigo 3	Indicadores ambientais	Caracterização ambiental da área explorada
	Indicadores econômicos	Produtividade; Renda; Conveniência econômica; Risco econômico; Subsistência; Adoção de novas tecnologias
	Indicadores sociais	Conhecimento e consciência ecológica; Organização e participação; Satisfação pessoal
Artigo 4	Indicadores ambientais	Benefícios percebidos; Diversidade biológica; Presença de ecotecnologias
	Indicadores econômicos	Diversificação das atividades; Independência de suprimentos
	Indicadores sociais	Tempo de permanência dos participantes; Segurança fundiária; Geração e transmissão do conhecimento; Acessibilidade
Artigo 5	Indicadores ambientais	Diversidade de aves; Biomassa de pastagens; Carbono orgânico lábil
	Indicadores econômicos	Produtividade; resultado líquido
	Indicadores sociais	Qualidade de vida; Organização do trabalho; Implementação de tecnologias; Mão de obra familiar; Planejamento
Artigo 6	Indicadores ambientais	
	Indicadores econômicos	Vendas por produtor; Relação custo-rendimento-custo; Produtores beneficiados; Consumidores beneficiados; Frequência de mercado; Mercado local; Produção agroecológica; Distribuição de benefícios; Preços; Participação de mercado; Financiamento; Canais de informação e treinamento
	Indicadores sociais	

International Journal of Environmental Resilience Research and Science (IJERRS)
Revista Internacional Resiliência Ambiental Pesquisa e Ciência Sociedade 5.0 Resiliência Ambiental
ISSN 2675-3456

Artigo 7	**Indicadores ambientais**	Espécies cultivadas; Conservação de canais; Conservação de florestas; Mudança no uso da terra; Aplicações de pesticidas; Uso de fertilizantes sintéticos; Índice de qualidade da água
	Indicadores econômicos	Margem líquida; Custo-benefício; Custo inicial de investimento
	Indicadores sociais	Agricultores organizados; Agricultores treinados; Dependência de subsídios e créditos; Mão de obra familiar; Equidade de gênero; Equidade na distribuição de renda; Participação na tomada de decisão
Artigo 8	**Indicadores ambientais**	Rendimento do milho; Rendimento do feijão; Diversidade de gado; Perdas por pragas e doenças no milho; Perdas por pragas e doenças no feijão; Perdas de cultivos por eventos climáticos; Conservação do solo e água; Uso de adubos orgânicos
	Indicadores econômicos	Custo de insumos; Assistência aos agricultores; Rendimentos com as culturas; Custo benefício das culturas comercializadas
	Indicadores sociais	Disponibilidade de milho; Disponibilidade de feijão; Disponibilidade de carne; Diversidade de cultivos; Distribuição de tarefas agrícolas por gênero
Artigo 9	**Indicadores ambientais**	Número de capinas; Efeitos de pragas e doenças; Época de semeadura; Cobertura do solo; Fertilidade do solo; Teor de matéria orgânica; Biomassa microbiana do solo; Atividade microbiana do solo; Balanço de carbono; Número de anos de cultivo contínuo; Manutenção da biodiversidade
	Indicadores econômicos	Renda líquida; Relação lucro/custo; Retorno líquido; Estabilidade nos preços; Diversidade de mercado; Qualidade do produto
	Indicadores sociais	Estrutura física; Produtores por sistema; Estrutura dedicada a inovações; Grau de inovação dos agricultores; Grau de dependência de insumos externos; Uso de conhecimento e habilidades locais
Artigo 10	**Indicadores ambientais**	Abastecimento agrícola; Acesso à água; Fertilizantes; Agrobiodiversidade; Variedade de sementes de milho; Variedade de sementes de outras culturas; Práticas agroecológicas; Pragas e doenças; Impacto das mudanças climáticas globais; Gestão de recursos naturais; Pesticidas; Fertilizantes químicos; Dependência de insumos externos
	Indicadores econômicos	Vendas agrícolas totais; Relação custo-benefício; Renda da agricultura; Distribuição de renda; Adoção de novas tecnologias
	Indicadores sociais	Diversificação de renda; Acesso a serviços de extensão; Renovação geracional; Nível educacional; Transmissão geracional; Infraestrutura; Serviços de consultoria agrícola; Mão de obra; Distribuição de máquinas e veículos; Participação das mulheres; Segurança alimentar

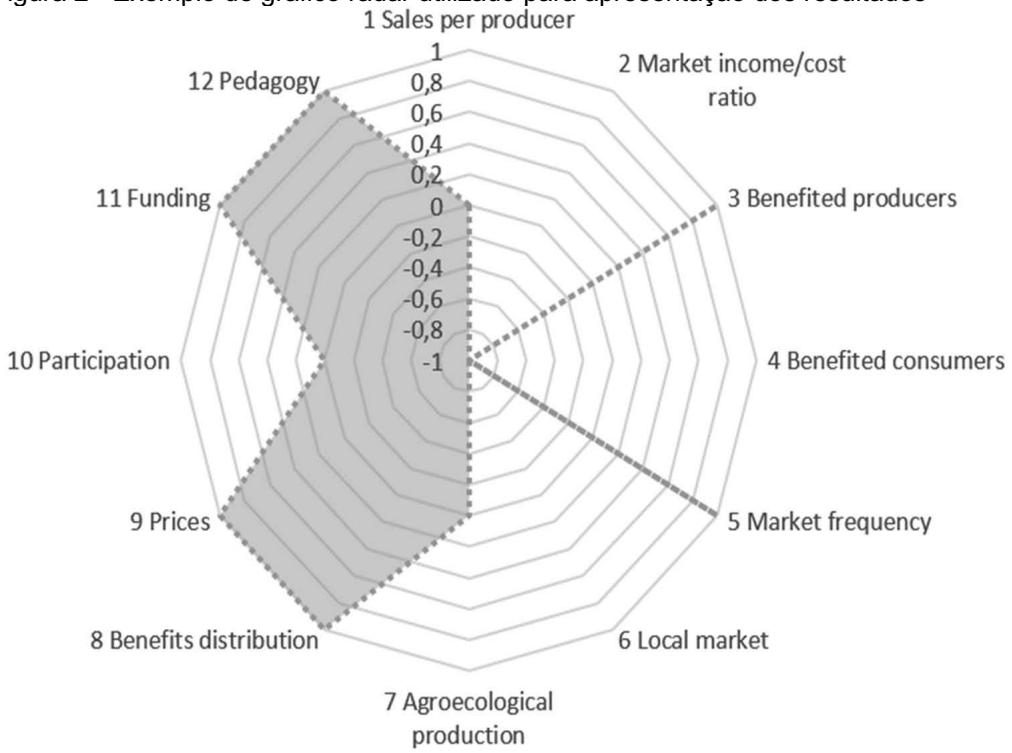
Fonte: Elaboração própria com base em dados da Web of Science (2023).

São indicadores gerais e específicos, criados a partir dos objetivos estabelecidos durante a 3ª etapa do MESMIS e usados para a coleta de dados obtidos por meio de entrevistas, questionários, análise de documentos e análise laboratorial. Os indicadores gerais, comuns em ambos os estudos, identificaram características físicas, químicas e ambientais do solo e da água dentro das propriedades; uso e manejo de agrotóxicos; rentabilidade/produtividade; relação custo-retorno; qualidade de vida; mão-de-obra familiar e integração em mercados ou associações de

classe.

Destacam-se também indicadores específicos, segurança fundiária; roubo de máquinas e equipamentos; benefícios percebidos na saúde e práticas seguras. São divulgados pelos autores ao longo de três momentos. Primeiro, para apresentar os indicadores a serem utilizados, separando-os em tabelas e quadros, associando as suas respectivas relações com os atributos de sustentabilidade (Astier *et al*., 2012). No segundo momento, descrever os indicadores e as respectivas variáveis a serem adotados para a avaliação de determinada característica do agroecossistema. E terceiro, os resultados em si, expostos por meio de tabelas, quadros, gráficos, sendo o gráfico radar o mais utilizado.

Figura 2 - Exemplo de gráfico radar utilizado para apresentação dos resultados



Fonte: Chaparro-Africano (2019).

O gráfico tipo radar ou amoeba ilustra uma visualização panorâmica da realidade investigada, pois resume a pontuação e escalas obtidas em cada propriedade. Facilita a leitura e interpretação dos indicadores, viabiliza identificação dos pontos fortes e fracos da unidade de produção e incentivam os agricultores a refletirem sobre suas estratégias de gestão e guia para os

demais agentes responsáveis por políticas e ações corretivas (Cândido *et al*., 2015)

A respeito dos objetivos e dos locais onde foram realizadas as pesquisas, com exceção de Chaparro-Africano (2019), que se propôs a avaliar indicadores econômicos de mercados agroecológicos, os demais pesquisadores objetivaram uma avaliação geral de agroecossistemas familiares e convencionais, dentro das dimensões sociais, econômicas e ambientais.

Quadro 2 - Objetivos dos estudos dos artigos avaliados

	Referência	**Localidade[1]**	**Objetivos das pesquisas**
Art. 1	Acuña e Marchant (2016)	Chile	Comparar a sustentabilidade em sistema agroecológicos e convencionais de agricultura
Art. 2	Sousa, Silveira e La Rocca (2020)	Italia	Avaliar a sustentabilidade ambiental e socioeconômica em agroecossistemas
Art. 3	Côrtes, Zappes e Beneditto (2019)	Brasil	Avaliar a sustentabilidade em sistemas de coleta em manguezal
Art. 4	Fernandéz *et al*., (2020)	México	Avaliar os indicadores socioeconômicos, ambientais e saúde de produtores de hortas urbanas
Art. 5	Albicette *et al*., (2017)	Uruguai	Avaliação e implementação de práticas pecuárias em sistemas familiares
Art. 6	Chaparro-Africano (2019)	Colômbia	Construir um quadro de indicadores para avaliar os mercados agroecológicos
Art. 7	Merlín-Uribe *et al.* (2012)	México	Avaliar a sustentabilidade ambiental e socioeconômica em sistemas de produção agrícola
Art. 8	González-Esquivel *et al*. (2020)	Guatemala	Avaliar a sustentabilidade ambiental e socioeconômica em agroecossistemas
Art. 9	Oliveira *et al.* (2012)	Brasil	Avaliar a sustentabilidade ambiental e socioeconômica em agroecossistemas familiares
Art. 10	Leyva, La Torre e Coronado (2021)	México	Avaliar a sustentabilidade ambiental e socioeconômica em comunidades indígenas

Legenda: [1]Localidade onde ocorreram as pesquisas.
Fonte: Web of Science (2023). Elaboração própria.

Nas pesquisas de Fernandéz *et al*. (2020), além de informações coletadas sobre as questões socioeconômicas e ambientais, consideraram atributos da saúde dos agricultores responsáveis por sistemas de manejo em hortas urbanas no México. Destacam potenciais na geração de renda, socialização e valorização da saúde com o sistema de produção alimentar

orgânico, e devido ao ambiente proporcionar melhores escolhas alimentares por parte dos consumidores.

Acuña e Marchant (2016) avaliaram práticas agrícolas em Curarrehue, na região da Araucanía, Chile, comparando as experiências que contribuem para a sustentabilidade das fazendas que adotaram abordagem agroecológica, em relação às que adotaram a abordagem convencional. Por meio dos indicadores avaliados, demonstraram os sistemas agroecológicos milenares sofrendo intervenções em decorrência dos modelos extensionistas convencionais, principalmente dos modelos norte-americanos, implementados pelo estado chileno. Por outro lado, os indicadores apontam para o desuso de fertilizantes e pesticidas químicos, além de uma gama de empreendimentos e de comercialização de produtos provenientes das práticas agroecológicas, que acabam por melhorar a qualidade de vida dos agricultores.

No artigo 2, os pesquisadores mencionam as dimensões de área dos territórios dos agroecossistemas familiares estudados, fator determinante para a sustentabilidade em sistemas agrícolas da região da Província de Trapani, Sicília, na Itália. As condições climáticas das zonas semiáridas, somadas à minifundiarização ocorrida após a reforma agrária e à partilha sucessória na região, vêm comprometendo a sustentabilidade das propriedades avaliadas, principalmente as mais pobres e as de baixa escolarização. Os pequenos estabelecimentos em destaque, apostam na diversificação da produção e na multifuncionalidade, como o turismo rural, o agroturismo ou a venda direta dos produtos aos consumidores. Já as grandes propriedades, tendem a uma produção agrícola mais intensiva dentro do sistema convencional. O resultado, contudo, é a pressão sobre os recursos naturais, o aumento do risco de erosão, a poluição decorrente do uso de agroquímicos e, principalmente, a demanda pelo sistema de irrigação (Sousa; Silveira; La Rocca, 2020).

Dos 10 trabalhos selecionados, dois resultaram de pesquisas realizadas no Brasil. Côrtes, Zappes, Beneditto (2019), investigaram o manejo no manguezal do estuário do Rio Paraíba do Sul, resultando em indicadores com valores abaixo do ideal, com índice de sustentabilidade relativa de 47%. Sugerem que os caranguejos dos mangues não são recolhidos de forma sustentável na região. O segundo, por Oliveira *et al*. (2012), foi realizado em Jatobá do Piauí, no estado do Piauí, com o uso de 27 indicadores de sustentabilidade de sistemas agrícolas familiares. Este, por sua vez, foi o único estudo que avaliou as características do solo das propriedades por meio de medições em campo e análises laboratoriais, além dos efeitos da fertilização, da supressão de ervas daninhas e dos impactos positivos nas condições de umidade do solo, decorrentes do uso de

tecnologias de forrageamento. Perceberam que essas características do solo favorecem fortemente a confiança, a estabilidade, a resiliência e a produtividade, conforme evidenciaram os resultados dos indicadores estudados (Oliveira *et al*., 2012).

Entre 2012 e 2015, Albicette *et al*. (2017) avaliaram práticas em sistemas de pecuária familiar na região de Rocha, no Uruguai, por meio de uma abordagem de co-inovação. Combinaram a teoria de sistemas complexos com a aprendizagem social, envolvendo produtores de duas áreas rurais. Dos 10 artigos selecionados, este foi o estudo com a metodologia aplicada por um período mais longo.

Após três anos de intervenções, registraram-se um aumento na produção média de carne e na quantidade de biomassa nascente, enquanto a diversidade de aves, bem como a fração lábil de carbono orgânico dos solos, foram mantidas. Segundo os pesquisadores, as mudanças ocorreram graças à aprendizagem dos produtores, conferida no início e no término da abordagem, pois, além de conhecerem novas tecnologias, passaram a aplicá-las e reconhecê-las na rede que se criou entre os envolvidos (Albicette *et al*., 2017).

Os 12 indicadores socioeconômicos utilizados na pesquisa de Chaparro-Africano (2019), apontaram diversos níveis de sustentabilidade da Rede de Mercados Agroecológicos da Região de Bogotá. Rede de cadeia curta, importante para a região, contando com quatro (4) grandes mercados, movimentada pelo trabalho de quase 200 produtores agroecológicos e de aproximadamente 2.000 consumidores diretos, formados por famílias e instituições que adquirem os produtos com pouco ou nenhum intermediário.

A pesquisa identificou níveis variados de sustentabilidade, principalmente nos dois indicadores: consumidores e relação custo-rendimento. O número de consumidores vinculados aos mercados, vem aumentando em quantidade e frequência, o que garante o dinamismo do mercado na região. O outro indicador de destaque é a variação da relação custo-rendimento dos mercados. Sugerem um mercado agroecológico mais sustentável, se a rentabilidade cobrir seus custos fixos, e as receitas excedentes forem suficientes para resolver contingências comuns ou subsidiar o crescimento dos estabelecimentos (Chaparro-Africano, 2019).

No 10º artigo, Leyva, La torre, Coronado (2021) pesquisaram agricultores de 18 aldeias indígenas no estado de Hidalgo, México. Utilizaram 31 indicadores para avaliar o desempenho dos sistemas agrícolas em fazendas de sequeiro e de irrigação. Notaram uma vulnerabilidade da segurança econômica e alimentar dos agricultores, associada à desigualdade na distribuição do

rendimento e à baixa segurança alimentar, fracionada de milho e das constantes migrações, principalmente dos mais jovens membros das comunidades.

Outras vulnerabilidades são a falta de assistência técnica e a redução da produtividade e dos lucros associados, atribuídas às pragas e doenças das culturas nos dois sistemas agrícolas. A falta de serviços técnicos, juntamente com os problemas econômicos, contribui para a quebra da renovação geracional e força a migração dos jovens, em busca de uma vida melhor (Leyva; La torre; Coronado, 2021).

A última análise realizada na revisão das 10 publicações foram as conclusões e recomendações dos pesquisadores. Destaca-se aqui o Artigo 10 como o único que apresentou claramente propostas para superar os problemas enfrentados pelos agricultores entrevistados. Como recomendações de curto prazo, Leyva, La torre, Coronado (2021) sugerem a implementação de sistemas integrais de gestão da água, incluindo a captação de chuva, água subterrânea e águas residuais tratadas, bem como a implementação de sistemas de irrigação eficientes para diminuir o consumo de água e energia. Quanto às recomendações de longo prazo, sugeriram a adoção de novas culturas básicas para aumentar a segurança alimentar e elevar o rendimento econômico. Finalizam com orientações voltadas à valorização dos produtos agrícolas mediadas por organizações de produtores, bem como a criação de empresas rurais familiares que incentivam a apropriação pelos produtores da cadeia de abastecimento e dos canais de distribuição.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os mais de 20 anos de existência do MESMIS contribuíram para orientar a avaliação da sustentabilidade em sistemas de manejo de recursos naturais, resultando em estudos de caso que discutem os pontos críticos dos agroecossistemas que limitam ou favorecem a sustentabilidade das atividades de pequenos agricultores, principalmente em países da América Latina.

Cada um dos 174 indicadores utilizados pelos pesquisadores dos 10 casos aqui apresentados tinha um propósito específico. De modo geral, buscava-se levantar dados que identificassem as características da sustentabilidade dentro das dimensões sociais, ambientais e econômicas de cada sistema de produção, atendendo aos objetivos perseguidos no processo de pesquisa de cada projeto.

O método pode apresentar restrições ao priorizar a avaliação da sustentabilidade com base

apenas em indicadores por atributos, o que limita a profundidade da análise. Sugere-se, para tanto, o uso de abordagens metodológicas quantitativas e análises estatísticas dos dados coletados. Além disso, durante a revisão bibliográfica, observou-se a inviabilidade de padronizar os indicadores para a avaliação da sustentabilidade em sistemas distintos, uma vez que cada um está inserido em contextos geográficos, ecológicos e culturais específicos. Exigindo dos pesquisadores maior rigor metodológico e critérios mais precisos na definição e aplicação dos indicadores, de modo a garantir a validade e a comparabilidade dos resultados.

A revisão de literatura aqui realizada, demonstrou fragilidade por não aprofundar em variáveis quantitativas dos indicadores apresentados, apesar de esse não ser o objetivo inicial. No entanto, o artigo contribui para direcionar futuras pesquisas que adotem o MESMIS como referencial teórico-metodológico, fornecendo elementos teóricos e técnicos para a elaboração de projetos e instrumentos de coleta de dados.

REFERÊNCIAS

ACUÑA, Nicolas Ricardo Fuentes; MARCHANT, Carla. Contribuyen las prácticas agroecológicas a la sustentabilidad en la Agricultura Familiar de Montaña? El caso de Curarrehue, región de la Araucanía, Chile. **Cuadernos de Desarrollo Rural**, [S.L.], v. 13, n. 78, p. 35, 20 dez. 2016. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. http://dx.doi.org/10.11144/javeriana.cdr13-78.cpas.

ALBICETTE, María M; LEONI, Carolina; RUGGIA, Andrea; SCARLATO, Santiago; BLUMETTO, Oscar; ALBÍN, Alfredo; AGUERRE, Verónica. Co-innovation in family-farming livestock systems in Rocha, Uruguay: a 3-year learning process. **Outlook On Agriculture**, [S.L.], v. 46, n. 2, p. 92-98, jun. 2017. SAGE Publications. http://dx.doi.org/10.1177/0030727017707407.

ASTIER, Marta; GARCÍA-BARRIOS, Luis; GALVÁN-MIYOSHI, Yankuic; GONZÁLEZ-ESQUIVEL, Carlos E.; MASERA, Omar. Assessing the Sustainability of Small Farmer Natural Resource Management Systems. A Critical Analysis of the MESMIS Program (1995-2010). **Ecology And Society**, [S.L.], v. 17, n. 3, 2012. Resilience Alliance, Inc.. http://dx.doi.org/10.5751/es-04910-170325.

CÂNDIDO, Gesinaldo de Ataíde; NÓBREGA, Mariana Moura; FIGUEIREDO, Marilia Taynah Martins de; MAIOR, Mônica Maria Souto. Avaliação da Sustentabilidade de Unidades de Produção Agroecológicas: um estudo comparativo dos métodos Idea e Mesmis. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 99–120, 2015.

CHAPARRO-AFRICANO, Adriana María. Toward generating sustainability indicators for agroecological markets. **Agroecology And Sustainable Food Systems**, [S.L.], v. 43, n. 1, p. 40-

66, 2 jan. 2019. Informa UK Limited. http://dx.doi.org/10.1080/21683565.2019.1566192.

CÔRTES, Laura Helena de Oliveira; ZAPPES, Camilah Antunes; BENEDITTO, Ana Paula Madeira di. Sustainability of mangrove crab gathering in the southeast Brazil: a mesmis-based assessment. **Ocean & Coastal Management**, [S.L.], v. 179, p. 104862, set. 2019. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104862.

FERNÁNDEZ, Karla Guzmán; MORENO-CALLES, Ana I.; CASAS, Alejandro; BLANCAS, José. Contributions of Urban Collective Gardens to Local Sustainability in Mexico City. **Sustainability**, [S.L.], v. 12, n. 18, p. 7562, 14 set. 2020. MDPI AG. http://dx.doi.org/10.3390/su12187562.

FREITAG, Carli. Avaliação da sustentabilidade em agroecossistemas de produção familiar com a aplicação do método MESMIS. 2020. 163 f. **Dissertação** (Mestrado em Desenvolvimento Rural Sustentável) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2020.

FREUDENBERG, Michael. Composite indicators of country performance: a critical assessment. Paris: **OECD**, 2003. 35p

GONZÁLEZ-ESQUIVEL, Carlos E.; CAMACHO-MORENO, Eleonora; LARRONDO-POSADAS, Lourdes; SUM-ROJAS, Carlos; LEÓN-CIFUENTES, Willian Erik de; VITAL-PERALTA, Eduardo; ASTIER, Marta; LÓPEZ-RIDAURA, Santiago. Sustainability of agroecological interventions in small scale farming systems in the Western Highlands of Guatemala. **International Journal Of Agricultural Sustainability**, [S.L.], v. 18, n. 4, p. 285-299, 3 jun. 2020. Informa UK Limited. http://dx.doi.org/10.1080/14735903.2020.1770152.

HEIN, André Fernando. Maderus: uma metodologia para avaliação do desenvolvimento rural sustentável na agricultura familiar. 2019. 266 f. **Tese** (Doutorado em Desenvolvimento Rural Sustentável) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2019.

LEYVA, Doris; LA TORRE, Mayra de; CORONADO, Yaxk'in. Sustainability of the Agricultural Systems of Indigenous People in Hidalgo, Mexico. **Sustainability**, [S.L.], v. 13, n. 14, p. 8075, 20 jul. 2021. MDPI AG. http://dx.doi.org/10.3390/su13148075.

LÓPEZ-RIDAURA, Santiago; MASERA, Omar; ASTIER, Marta. Evaluating the sustainability of complex socio-environmental systems: The MESMIS framework. **Ecological Indicators**, v. 2, p. 135–148, 2002.

MASERA, Omar; ASTIER, Marta; LÓPEZ-RIDAURA, Santiago. **Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales**: el marco de evaluación MESMIS. Cuauhtémoc - México: Mundi Prensa, 2000.

MERLÍN-URIBE, Yair; GONZÁLEZ-ESQUIVEL, Carlos E.; CONTRERAS-HERNÁNDEZ, Armando; ZAMBRANO, Luis; MORENO-CASASOLA, Patricia; ASTIER, Marta. Environmental and socio-economic sustainability ofchinampas (raised beds) in Xochimilco, Mexico City. **International Journal Of Agricultural Sustainability**, [S.L.], v. 11, n. 3, p. 216-233, 8 out. 2012. Informa UK Limited. http://dx.doi.org/10.1080/14735903.2012.726128.

OLIVEIRA, Francisco das Chagas; COLLADO, Angel Calle; LEITE, Luiz Fernando Carvalho. Peasant Innovations and the Search for Sustainability: the case of carnaubais territory in piauí state, brazil. **Journal Of Sustainable Agriculture**, [S.L.], v. 36, n. 5, p. 523-544, jun. 2012. Informa UK Limited. http://dx.doi.org/10.1080/10440046.2012.656342.

SAMPIERI, Roberto Hernandez.: COLLADO, Carlos Fernandez, LUCIO, María del Pilar Baptista: **Metodologia da Pesquisa**. Tradução: Daisy Vaz de Moraes, 5. ed., Porto Alegre. Penso, 2013.

SOUSA, Breno Henrique de.; SILVEIRA, Vicente Celestino Pires; LA ROCCA, Viviana. Sustentabilidade de agroecossistemas familiares no Sul da Itália. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade** (ISSN 2318-3233), São Paulo, v. 10, n. 3, p. 29–57, 2020. Disponível em: https://revistaseletronicas.fmu.br/index.php/rms/article/view/2150. Acesso em: 1 nov. 2023.