

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel**  
**Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial e Sistemas**  
**Agroindustriais**



**ANÁLISE COMPARATIVA DE FERRAMENTAS BRASILEIRAS DE**  
**AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EM PROPRIEDADES**  
**AGRÍCOLAS**

**Pelotas, 2022**

LAURA GONÇALVES OSORIO

**ANÁLISE COMPARATIVA DE FERRAMENTAS BRASILEIRAS DE  
AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EM PROPRIEDADES  
AGRÍCOLAS**

Dissertação apresentada à banca de avaliação do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Territorial e Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Pelotas para a obtenção do título de mestra.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo  
Fernandes Pacheco Dias

Coorientador: Dr. Clenio Nailto Pillon

**Pelotas, 2022**

O83s OSORIO, Laura Gonçalves

Análise comparativa de ferramentas brasileiras de avaliação do desenvolvimento sustentável em propriedades agrícolas. Laura Gonçalves Osório.

Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Pelotas, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial e Sistemas Agroindustriais, 2022.

“Orientador: Prof. Dr. Marcelo Fernandes Pacheco Dias”.  
Coorientador: Dr. Clenio Nailto Pillon.

1. Agronegócio. 2. Sustentabilidade. 3. Ferramentas de Avaliação 4. Ambiente-Agro. 5. APOIA-NovoRural 6. ISA. 7. MESMIS. 8. IDEA. 9. MOTIFS. 10. RISE. 11. Propriedade Agrícola.

CDD 333.7

**Laura Gonçalves Osorio**

**ANÁLISE COMPARATIVA DE FERRAMENTAS BRASILEIRAS DE  
AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EM PROPRIEDADES  
AGRÍCOLAS**

Dissertação aprovada, como requisito para obtenção da qualificação do mesmo no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial e Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Pelotas

Data da defesa: 26/09/2022

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Marcelo Fernandes Pacheco Dias (Orientador)

Doutor em Agronegócios (Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011).

---

Dr. Clenio Nailto Pillon (Coorientador)

Doutor em Ciência do Solo (Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000).

---

Profa. Dra. Patrícia Martins da Silva

Doutora em Agronomia, (Universidade Federal de Pelotas, 2015).

---

Prof. Dr. Lúcio André de Oliveira Fernandes

PhD em Development Policy and Management (Universidad de Manchester, Inglaterra, 2004).

---

Dr. José Ernani Schwengber

Doutor em Agronomia, (Universidade Federal de Pelotas, 2001).

## RESUMO

Nas últimas décadas, uma ampla variedade de ferramentas foi desenvolvida para avaliar a sustentabilidade em propriedades agrícolas. O trabalho teve por escopo analisar as diferenças e similaridades dos métodos brasileiros Ambitec-Agro, APOIA-NovoRural e ISA de avaliação da sustentabilidade em propriedades agrícolas, nas dimensões normativa, sistêmica e processual. Discute os possíveis limites e potencialidades das ferramentas brasileiras em comparação com os métodos internacionais MESMIS, IDEA, MOTIFS e RISE, por análises feitas pelo próprio pesquisador e por outros especialistas. Na dimensão normativa compara as categorias: objetivo da ferramenta, público-alvo, conceito de sustentabilidade, origem das metas e níveis hierárquicos. Quanto aos objetivos e público-alvo, as três ferramentas se assemelham, diferenciando-se em relação à unidade de análise. Também se assemelharam quanto ao conceito de sustentabilidade, baseado no triple botton line (dimensões social, econômica e ambiental), apenas diferindo na ênfase dada a cada um. Quanto à origem dos indicadores, também se assemelham, incluindo a participação de especialistas e da literatura para fundamentar seus procedimentos. Na dimensão sistêmica foram comparadas as categorias de complexidade (se assemelham) e de interação entre os indicadores (as três ferramentas nacionais consideram os indicadores de forma independente). Nos aspectos processuais foram consideradas as fases preparatória, de medição (confiabilidade e disponibilidade dos dados, facilidade de uso e compatibilidade com os dados da propriedade) e de avaliação (transparência, precisão de saída, complexidade da ferramenta e aplicabilidade dos dados da avaliação). Constatou-se que as ferramentas nacionais se assemelham às ferramentas internacionais, nenhuma das ferramentas brasileiras se destacou como melhor em todos os quesitos analisados, possuindo cada uma, vantagens e desvantagens em relação ao propósito de avaliação da sustentabilidade. Por serem padronizadas, sem a possibilidade de inclusão de outros indicadores, as três ferramentas mostram precisão nos resultados, permitindo ser usada no propósito de certificação. Recomenda-se reduzir o nível de dificuldade das ferramentas a empregar, ampliando a abrangência do público-alvo e a orientação a políticas públicas, além de aperfeiçoar as ferramentas a serem aplicadas, permitindo escolher os indicadores de sustentabilidade conforme as peculiaridades encontradas na região a ser avaliada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Agronegócio; Sustentabilidade; Ferramentas de Avaliação; Ambitec-Agro; APOIA-NovoRural; ISA; MESMIS; IDEA; MOTIFS; RISE; Propriedade Agrícola.

## ABSTRACT

In recent decades, a wide variety of tools have been developed to assess the sustainability of agricultural properties. The scope of this work was to analyze the differences and similarities of Brazilian methods of assessing sustainability in agricultural properties, in the normative, systemic, and procedural dimensions. This study discusses the possible limits and potential of the Brazilian tools Ambitec-Agro, APOIA Novo Rural, and ISA in comparison with the international methods MESMIS, IDEA, MOTIFS, and RISE, through analyzes carried out by the researcher and by other specialists. In the normative dimension, it compares the categories: the objective of the tool, target audience, concept of sustainability, origin of goals, and hierarchical levels. As for the objectives and target audience, the three tools are similar, differing in relation to the unit of analysis. They were also similar in terms of the concept of sustainability, based on the triple bottom line (social, economic, and environmental dimensions), only differing in the emphasis given to each one. As for the origin of the goals, they are also similar, including the participation of experts and the literature to support their procedures. In the systemic dimension, the categories of complexity (they are similar) and interaction between the indicators (the three national tools consider the indicators independently) were compared. In the procedural aspects, the preparatory, measurement (reliability and availability of data, ease of use, and compatibility with property data) and evaluation (transparency, output precision, tool complexity, and applicability of the evaluation data) were considered. It was found that no tool stood out as the best in all the analyzed items, each having advantages and disadvantages in relation to the purpose of sustainability assessment. As they are standardized, with no possibility of including other indicators, the three tools show precision in the results, allowing them to be used for the purpose of certification. It is recommended to reduce the level of complexity of the tools to be used, which will allow the expansion of the target audience and guide public policies, improving the tools to be applied, and allowing the choice of sustainability indicators according to the peculiarities found in the region to be applied.

**KEYWORDS:** Agribusiness; Sustainability; Assessment Tools; Ambite-Agro; APOIA-NovoRural; ISA; MESMIS; IDEA; MOTIFS; RISE; Agricultural Property.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Número de artigos revisados por pares, publicados em inglês ligados em avaliação de sustentabilidade em propriedades agrícolas. ....	19
Figura 2 - Diversidade de ferramentas de avaliação de sustentabilidade .....	22
Figura 3 - Diagrama de Avaliação de Impacto Ambiental da Inovação Tecnológica Agropecuária, apresentando os aspectos, indicadores e componentes do sistema AMBITEC-AGRO. ....	24
Figura 4 - Exemplo de matriz de ponderação do Ambitec-Agro .....	25
Figura 5- Exemplo de gráfico de saída do Ambitec-Agro contendo os índices de impacto. ....	26
Figura 6 - Exemplo de matriz de ponderação do APOIA-NovoRural.....	32
Figura 7-: Exemplo de gráfico de saída do APOIA-NovoRural contendo os índices de impacto. ....	33
Figura 8 - Exemplo dos indicadores relacionados com os aspectos socioeconômicos .....	37
Figura 9 - Exemplo dos indicadores relacionados com os aspectos ambientais ..	37
Figura 10 - Exemplo do índice final, dos subíndices, desvio-padrão e descrição dos indicadores não avaliados .....	38
Figura 11 - Ciclo de avaliação Método MESMIS .....	41
Figura 12 - Dimensões sustentabilidade do Método IDEA .....	46
Figura 13: Cinco propriedades de uma unidade agrícola sustentável - Método IDEA .....	46
Figura 14 - Grade de avaliação IDEAv4 - abordagem através das 3 dimensões da sustentabilidade.....	48
Figura 15 - Resultados do monitoramento da sustentabilidade de uma fazenda leiteira feita através do método MOTIFS .....	58
Figura 16: Abordagem esquemática da avaliação de sustentabilidade. ....	61
Figura 17 - Exemplo de aplicação do método RISE em uma fazenda de gado leiteira.....	62
Figura 18 - A inter-relação das dimensões normativas, sistêmica e processual dentro do processo de avaliação .....	63
Figura 27 - Desenho da Pesquisa .....	80

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Cálculo do grau de sustentabilidade .....	59
---	----

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Dimensões e indicadores de impacto ambiental do sistema APOIO- NovoRural.....	28
Quadro 2 - Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas - Método ISA.....	36
Quadro 3 - Indicadores que podem ser adotados pelo Método MESMIS.....	42
Quadro 4 - Temas e indicadores de nível 1, nível 2 e nível 3 do sistema de monitoramento, juntamente com uma definição concisa e escolhas metodológicas - Método MOTIFS.....	51
Quadro 5 - Indicadores de sustentabilidade - Método RISE.....	60
Quadro 6 - Análise comparativa de duas ferramentas integradas de avaliação de sustentabilidade baseadas em indicadores com base em uma estrutura adaptada de Binder, Feola e Steinberger (2010). ....	65
Quadro 7 - Estrutura para comparar ferramentas de sustentabilidade.....	67
Quadro 8 - Comparação entre os métodos IDEA e MESMIS.....	69
Quadro 9 – Aspectos NORMATIVOS de comparação de ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedade agrícolas baseada em indicadores .....	71
Quadro 10 – Aspectos SISTÊMICOS de comparação de ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedade agrícolas baseada em indicadores .....	71
Quadro 11 - Aspectos processuais de comparação de ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedade agrícolas baseada em indicadores .....	72
Quadro 12 - Características gerais das ferramentas utilizadas. ....	75
Quadro 13 - Estrutura de análise comparativa dos métodos de avaliação da sustentabilidade de propriedades agrícolas: aspectos normativos, sistêmicos e processuais (parcial) .....	76
Quadro 14 – Documentos para coleta de dados .....	76
Quadro 15 - Estrutura de análise comparativa dos métodos de avaliação da sustentabilidade de propriedades agrícolas: processuais (complementar) .....	77
Quadro 16 - Lista de entrevistados.....	78
Quadro 17 - Quadro comparativo dos aspectos Normativos das ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedade agrícolas baseada em indicadores.....	83
Quadro 18 - Classificação dos indicadores da Ferramenta Ambitec-Agro nas dimensões da sustentabilidade .....	85
Quadro 19 -. Classificação dos indicadores da Ferramenta ISA nas dimensões da sustentabilidade.....	88
Quadro 20 - Classificação dos indicadores da Ferramenta APOIA- NovoRural nas dimensões da sustentabilidade. ....	88
Quadro 21 - Síntese das semelhanças e diferenças dos aspectos normativos....	94
Quadro 22 - Quadro comparativo dos aspectos sistêmicos das ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedade agrícolas baseada em indicadores .....	95
Quadro 23 - Quadro comparativo dos aspectos sistêmicos das ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedade agrícolas baseada em indicadores.....	96

Quadro 24 - Síntese das semelhanças e diferenças dos aspectos sistêmicos ....	96
Quadro 25 - Quadro comparativo dos aspectos processuais – fase preparatória das ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedade agrícolas baseada em indicadores. ....	97
Quadro 26 - Quadro comparativo dos aspectos processuais – fase de seleção dos indicadores das ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedade agrícolas baseada em indicadores .....	98
Quadro 27- Quadro comparativo dos aspectos processuais – fase medição das ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedade agrícolas baseada em indicadores .....	99
Quadro 28 - Quadro comparativo dos aspectos processuais – fase medição das ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedade agrícolas baseada em indicadores .....	100
Quadro 29 - Quadro comparativo dos aspectos processuais – fase medição das ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedade agrícolas baseada em indicadores. ....	102
Quadro 30 - Quadro comparativo dos aspectos processuais – fase medição das ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedade agrícolas baseada em indicadores. ....	103
Quadro 33 - Quadro comparativo dos aspectos processuais – fase de avaliação das ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedade agrícolas baseada em indicadores .....	105
Quadro 34 - Quadro comparativo dos aspectos processuais – fase de avaliação das ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedade agrícola baseada em indicadores .....	107
Quadro 33 - Quadro comparativo dos aspectos processuais – fase de avaliação das ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedade agrícolas baseada em indicadores .....	108
Quadro 34 - Quadro comparativo dos aspectos processuais – fase de avaliação das ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedade agrícolas baseada em indicadores. ....	110
Quadro 37 - Quadro comparativo dos aspectos processuais - fase aplicabilidade dos resultados da avaliação e acompanhamento das ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedade agrícolas baseada em indicadores .....	111
Quadro 36 - Quadro comparativo dos aspectos processuais - fase aplicabilidade dos resultados da avaliação e acompanhamento das ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedade agrícolas baseada em indicadores. ....	113
Quadro 37 - Quadro síntese das semelhanças e diferenças dos aspectos processuais. ....	115

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivos.....</b>	<b>17</b>
1.1.1.	Geral.....	18
1.1.2	Específicos.....	18
<b>1.2</b>	<b>Justificativa.....</b>	<b>18</b>
<b>1.3</b>	<b>Organização do projeto de pesquisa.....</b>	<b>20</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>21</b>
<b>2.1</b>	<b>Avaliação da Sustentabilidade em Propriedades Agrícolas.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2</b>	<b>Sistemas brasileiros de avaliação da sustentabilidade em propriedades agrícolas.....</b>	<b>23</b>
2.2.1	O Sistema de avaliação de impactos ambientais de inovações tecnológicas agropecuárias - Ambitec-Agro.....	23
2.2.2	Sistema de Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de Atividades do Novo Rural - APOIA-NovoRural.....	27
2.2.3	Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas – ISA.....	33
<b>2.3</b>	<b>Sistemas internacionais de avaliação da sustentabilidade em propriedades agrícolas.....</b>	<b>40</b>
2.3.1	Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad – MESMIS.....	40
2.3.2	IDEA (Indicauters de Durabilité des Exploitations Agricoles).....	44
2.3.3	MOTIFS (Monitoring Tool for lntegrated Farm Sustainability).....	49
2.3.4	RISE (Response-Inducing Sustainability Evaluation).....	59
<b>2.4</b>	<b>Dimensões de comparação entre ferramentas de análise de sustentabilidade.....</b>	<b>63</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>74</b>
<b>3.1</b>	<b>Estratégia.....</b>	<b>74</b>
<b>3.2</b>	<b>Definição do objeto de pesquisa .....</b>	<b>74</b>
<b>3.3</b>	<b>Procedimentos de coleta e análise de dados .....</b>	<b>75</b>
3.3.1	Primeira Etapa: Análise comparativa procedida pelo próprio pesquisador dos aspectos normativos, sistêmicos e processuais (parcial).....	75
3.3.2	Segunda Etapa – Análise comparativa com especialistas do aspecto processual.....	77
3.3.3	Terceira etapa – Discussão e conclusão de dados.....	79
<b>3.4</b>	<b>Desenho da Pesquisa .....</b>	<b>80</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>81</b>
<b>4.1</b>	<b>Análise comparativa procedida pelo próprio pesquisador sobre os aspectos normativos, sistêmicos e processuais (parcial).....</b>	<b>81</b>
4.1.1	Aspectos normativos.....	81
4.1.2	Aspectos Sistêmicos .....	95
4.1.3	Aspectos Processuais.....	96
4.1.3.1	<i>Fase preparatória .....</i>	<i>97</i>
4.1.3.2	<i>Fase de seleção de indicadores. ....</i>	<i>98</i>

<b>4.2</b>	<b>Análise comparativa feita por especialistas do aspecto processual.....</b>	<b>98</b>
4.2.1	Fase de mediação (qualificação de indicadores) .....	99
4.2.2	Fase de Avaliação (agregação de indicadores) .....	105
4.2.3	Fase Aplicabilidade dos Resultados da Avaliação/Acompanhamento .....	111
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>116</b>
<b>5.1</b>	<b>Similaridades das Ferramentas Brasileiras.....</b>	<b>116</b>
<b>5.2</b>	<b>Diferenças das ferramentas Brasileiras.....</b>	<b>122</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>125</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>127</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A atividade agrícola surgiu há doze mil anos e desde então as técnicas de cultivo de plantas e de criação animal vem sendo aperfeiçoadas para atender à crescente demanda por alimentos, fibras e combustíveis (CÂNDIDO *et al.*, 2015), gerando, contudo, importantes mudanças ambientais pela degradação dos recursos naturais e pelo aumento da poluição, bem como a elevação dos níveis de desigualdade social e outros problemas. (FOLEY *et al.*, 2005) alertam que as práticas modernas de uso das terras agrícolas podem ter como consequência um aumento de curto prazo na produção agrícola acompanhado de perdas de longo prazo em serviços ecossistêmicos e citam como exemplo a adubação nitrogenada que prejudica a qualidade da água e a biodiversidade. Neste enfoque, (THEROND *et al.*, 2017) destacam que em sistemas agrícolas intensivos em média, mais de 50% do nitrogênio aplicado no solo deixa de ser absorvido pelas plantas e acaba contaminando lagos e rios ou sendo transformado em óxido nitroso, depositado na atmosfera, contribuindo para as mudanças climáticas.

A produção baseada em insumos químicos também influi nas mudanças climáticas. Estima-se que 24% das emissões de gases associadas às mudanças climáticas tem origem na agricultura e na forma de uso da terra (IPCC, 2014), e que estas são geradas, pelo uso intensivo de nutrientes nitrogenados, pela produção de metano em solos alagados, pelos processos fermentativos da digestão de animais ruminantes, pela produção de dejetos, pelo desmatamento, pelas queimadas de resíduos agrícolas e pelos sistemas convencionais de preparo do solo (ARNETH *et al.*, 2019).

Além disso, a produção baseada em insumos químicos está diretamente ligada ao uso de defensivos agrícolas. O estudo “Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde” apresenta uma ampla revisão do tema com evidências científicas sobre os riscos da ingestão de alimentos com agrotóxicos e analisa vários casos ocorridos no Brasil (CARNEIRO, 2015). Therond *et al.* (2017) mostram que o uso intensivo de agrotóxicos tem contribuído para o incremento da resistência dos insetos, com efeitos negativos sobre os serviços ecossistêmicos de regulação biológica.

No contexto dos vários problemas ambientais surge o conceito de desenvolvimento sustentável, promovendo reflexões sobre a maneira como a

sociedade humana se desenvolve e se relaciona com a diversidade ecológica e cultural. O conceito de desenvolvimento sustentável vem sendo definido como “[...] aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer a habilidade das gerações futuras para atender suas próprias necessidades.” (SIRAJ-BLATCHFORD, J.; MOGHARREBAN, C.; PARK, E., 2016, documento não paginado), implicando na adoção simultânea de três princípios: equidade social (todos os membros da sociedade devem ter igual acesso aos recursos e oportunidades); integridade ambiental (se o ambiente natural é comprometido, os recursos básicos necessários para a vida humana, como o ar, a água e os alimentos, poderão estar comprometidos); e prosperidade econômica com qualidade de vida (BANSAL, 2005).

Na busca por solução, o conceito de desenvolvimento sustentável passou harmonizar o desenvolvimento socioeconômico com a conservação do meio ambiente, enfatizando a preservação dos ecossistemas naturais e a manutenção da diversidade genética, tendendo a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e as mudanças institucionais a um equilíbrio que atendesse as necessidades humanas, presentes e futuras (LAMPRIDI; SORENSEN; BOCHTIS, 2019).

Diante deste cenário, firma-se a convicção de que as atividades agrícolas, além de terem viabilidade econômica devem contribuir para o desenvolvimento social e para a proteção ambiental, pela promoção de formas sustentáveis de produção agrícola com inclusão social e ações de proteção ambiental, dependendo o sucesso de qualquer uma das medidas da participação das populações rurais, da cooperação entre os governos e dos setores privados. (SEIDLER *et al.*, 2018).

Na visão de Cândido *et al.* (2015), o conceito de agroecologia traz um novo viés científico capaz de amparar a busca por alternativas mais sustentáveis, desviando-se das práticas hegemônicas e convencionais de uma agricultura que agride o meio ambiente e prejudica a qualidade da vida humana, demandando este novo enfoque, mais holístico e sistemático, um manejo ecologicamente responsável que preserve os recursos naturais.

Os agricultores são os maiores interessados no sucesso econômico da atividade e na preservação do ambiente que ocupam. Nesse sentido, Ferreira *et al.* (2012) destacam como essencial alterar o entendimento sobre o papel da

propriedade rural na conservação e na proteção dos recursos naturais, assumindo o agricultor importante protagonismo na busca por conciliar eficácia econômica, responsabilidade social e proteção ambiental, gerando serviços e produtos para a sociedade.

Para alcançar o desenvolvimento sustentável em cada empreendimento, especialmente os empreendimentos rurais, se faz necessário avaliar o seu grau de sustentabilidade, usando para isso instrumentos e medidas que permitissem o monitoramento dos agroecossistemas (GOMES; MELLO; MANGABEIRA, 2009).

Lampridi, Sørensen e Bochtis (2019) ressaltam que os métodos mais utilizados se baseiam em indicadores, estruturas e índices seguidos por métodos multicritérios, com o uso combinado de metodologias, sendo a participação dos stakeholders fundamental na determinação do nível de sustentabilidade.

Diversos são os sistemas internacionais desenvolvidos para mensurar a sustentabilidade das atividades agrícolas baseados em indicadores, foco desta pesquisa. De Olde *et al.* (2016) listam cerca de sessenta ferramentas publicadas, destacando o MESMIS – *Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidade* (MASERA; ASTIER; LÓPEZ RIDAURA, 1999), o *Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles* – IDEA (BRIQUEL *et al.*, 2001), a Ferramenta para Sustentabilidade Agrícola Integrada - MOTIFS (MEUL *et al.*, 2008) dentre outros.

No Brasil, sistemas para mensurar a sustentabilidade das propriedades agrícolas também estão em desenvolvimento, especialmente pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, podendo-se destacar o APOIA Novo Rural (RAMOS FILHO *et al.*, 2004); o Método AMBITEC (MONTEIRO; RODRIGUES, 2006) e o Método Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas – ISA (FERREIRA; *et al.*, 2012).

Os métodos de avaliação de sustentabilidade tem sido aplicados em diferentes tipos de propriedades agrícolas, como no estudo feito por Häni *et al.* (2006) com o método RISE aplicado em fazendas produtoras de chá; por Häni *et al.* (2003), os quais aplicaram o método RISE em fazendas de produção de gado de corte, leite e cacau; por De Olde *et al.* (2016) que em sua pesquisa aplicaram os métodos RISE, SAFA, PG e IDEA em propriedades agrícolas de produção animal e áreas de cultivo; por MEUL *et al.* (2008) que em seus estudos, aplicaram o método MOTIFS em uma fazenda de produção de leite; por Ferreira *et al.* (2012) que

usaram o método ISA em propriedades rurais produtoras de café, leite, dentre outras; e por Rodrigues e Campanhola (2003) que aplicaram o método APOIA-NovoRural em atividades de horticultura orgânica diversificada, em horticultura convencional especializada, na produção orgânica integrada de hortaliças e leite, em hidroponia e agroturismo.

Entretanto, quando analisamos os estudos comparativos de sistemas de mensuração da sustentabilidade das propriedades agrícolas, constata-se que estes têm sido realizados com as ferramentas internacionais. Cinco estudos são descritos a seguir.

Em um primeiro estudo comparativo Binder, Feola e Steinberger (2010) analisaram sete métodos internacionais de avaliação de sustentabilidade baseados em indicadores multidisciplinares relacionados a deficiências na avaliação de sustentabilidade na agricultura, sendo elas (a) multifuncionalidade da agricultura; (b) multidimensionalidade (equilíbrio entre aspectos ecológicos, econômicos e sociais) e; (c) criar uma base para dar um passo em direção à utilização e implementação do conhecimento da avaliação e identificar metas conflitantes e *trade offs*<sup>1</sup>, incluindo a interação entre indicadores. Esta abordagem foi analisada em relação a três dimensões: uma normativa, uma sistêmica e outra procedimental.

Um segundo estudo comparativo objetivou identificar as principais características das ferramentas que podem servir como critérios de escolha, Marchand *et al.*(2014) compararam dois métodos internacionais complexos de avaliação de sustentabilidade baseado em indicadores, sendo estes: a ferramenta MOTIFS de monitoramento para sustentabilidade agrícola integrada e a ferramenta de PGT de bens públicos.

No terceiro estudo comparativo, desta vez por autores brasileiros, Cândido *et al.* (2015) analisaram, comparativamente, duas abordagens metodológicas com o intuito de orientar resultados futuros para avaliar a sustentabilidade de unidades produtivas agroecológicas. Os métodos utilizados foram o IDEA (*Indicateurs de Durabilités Exploitations Agricoles*) e o MESMIS (*Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad*), tendo os

---

<sup>1</sup> *Trade off* – troca fora, é um termo em inglês muito utilizado na economia e que define as situações em que existem conflitos de escolha.

autores concluído que ambos podem ser empregados levando em consideração seu propósito, condições e contexto de avaliação.

Um quarto estudo foi o de De Olde *et al.* (2016) que compararam quatro ferramentas de avaliação de sustentabilidade baseadas em indicadores, buscando ter uma visão dos requisitos práticos, procedimentos e complexidades envolvidas na aplicação da ferramenta. Os pesquisadores aplicaram em cinco fazendas de produção de bovinos na Dinamarca os métodos Response Inducing Sustainability Evaluation – RISE; *Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems – SAFA*; *Public Goods Tool - PG* e *Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles – IDEA*.

Por fim, o quinto trabalho foi realizado por (SEIDLER *et al.*, 2018), os quais realizaram um estudo bibliométrico a partir de uma abordagem quantitativa feita com a base de dados Scopus, usando um conjunto de ferramentas/métodos baseados em indicadores como, por exemplo, o IDEA, RISE e MOTIFS. (SEIDLER *et al.*, 2018), os quais concluíram que a maioria das ferramentas e/ou métodos contemplam questões de aspectos econômicos, sociais e ambientais, porém apresentam limitações e devem ser adaptadas de acordo com o objetivo a ser atingido.

A revisão bibliográfica demonstra que existe uma carência de estudos comparativos entre os métodos brasileiros de avaliação de sustentabilidade agrícola. De Olde (2017) salienta a falta de uma visão abrangente das ferramentas de avaliação de sustentabilidade disponíveis e de suas características para auxiliar e apoiar os usuários na seleção de qual delas é mais relevante.

Considerando a importância da aplicação de avaliações de sustentabilidade para o ecossistema, a carência de estudos comparativo entre os métodos brasileiros e a falta de uma visão abrangente das ferramentas disponíveis, a pesquisa a ser desenvolvida nesse trabalho propõe a análise comparativa de três sistemas brasileiros de avaliação de sustentabilidade agrícola.

## **1.1 Objetivos**

Nesta seção, foram estabelecidos os objetivos geral e específicos da pesquisa.

### 1.1.1 Geral

Analisar as diferenças e similaridades dos métodos brasileiros de avaliação da sustentabilidade em propriedades agrícolas.

### 1.1.2 Específicos

Para atendimento ao objetivo geral serão desenvolvidas as seguintes etapas:

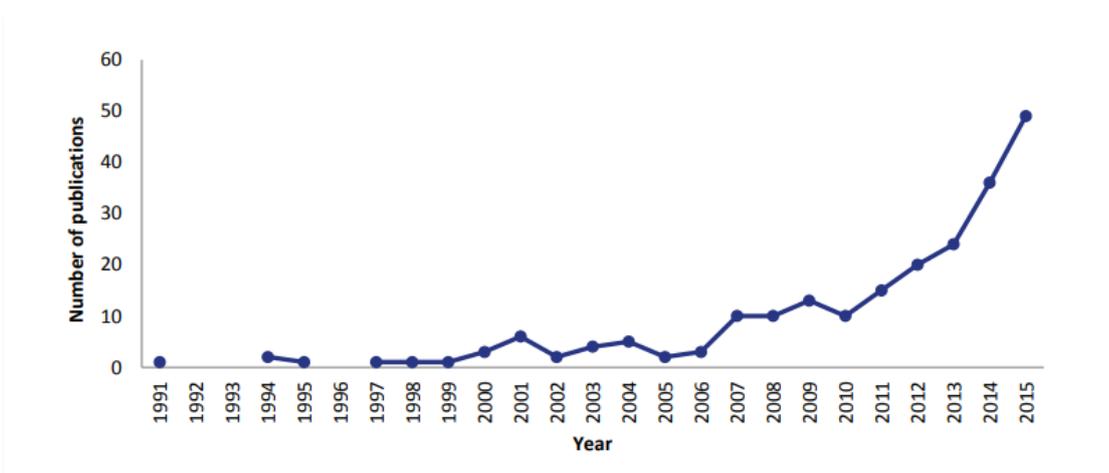
- Comparar as três ferramentas em relação as dimensões normativas, sistêmica e processual.
- Discutir possíveis limites e potencialidades das ferramentas brasileiras em relação a aplicação delas no contexto rural e em comparação com as ferramentas internacionais similares.

## 1.2 Justificativa

Para atender o interesse cada vez maior pela sustentabilidade, se destaca a necessidade de usar ferramentas eficazes em aferir esses aspectos na escala de propriedade rural. Muitas metodologias e ferramentas têm surgido trazendo abordagens de avaliações integradas e holísticas (LAMPRIDI; SØRENSEN; BOCHTIS, 2019), que conciliam o desempenho econômico, a responsabilidade social e a proteção do patrimônio natural na gestão de propriedades rurais (FERREIRA *et al.*, 2012)

Prova deste interesse em se avaliar a sustentabilidade em propriedades agrícolas é de que entre 2006-2015 um número crescente de publicações (Figura 1) sobre avaliações de sustentabilidade em propriedades agrícolas foram divulgadas, demonstrando o alto interesse da ciência, política e sociedade (DE OLDE, 2017).

Figura 1 - Número de artigos revisados por pares, publicados em inglês ligados em avaliação de sustentabilidade em propriedades agrícolas.



Fonte: (DE OLDE, 2017)

A partir de 2015, foi feita uma busca por artigos sobre avaliação de sustentabilidade em propriedades agrícolas no site *web of Science* com as palavras chaves (*sustainability, assessment, agricultural, properties*), no qual foram encontrados 284 artigos, o que assegura ser o tema atual com bastante interesse no meio acadêmico.

No entanto, como constatado por De Olde (2017), foram encontrados muitos desafios e lacunas em relação à adoção e à implementação prática das ferramentas usadas para avaliação de sustentabilidade. De acordo com a autora, a adoção desses métodos costuma ser decepcionante e limitada por inúmeros fatores, como o envolvimento insuficiente dos usuários, o custo e o tempo necessário para a avaliação, a disponibilidade de dados, a precisão de saída, a complexidade, a dificuldade de uso e a acessibilidade da ferramenta, influenciando na relevância percebida pelo produtor. Além disso, estudos comparativos entre as ferramentas de avaliação são limitados e basicamente teóricos, salientando a falta de uma visão abrangente das ferramentas disponíveis e de suas características para apoiar os usuários na seleção do método a utilizar.

A revisão bibliográfica feita para o desenvolvimento da proposta desse trabalho demonstrou que existe uma carência de estudos comparativos entre os métodos brasileiros de avaliação de sustentabilidade agrícola, diferentemente dos métodos internacionais, comparados na sua teoria e aplicação.

Nesta pesquisa pretende-se dar uma visão abrangente e comparativa de três métodos brasileiros de avaliação de sustentabilidade agrícola, comparando-as ferramentas internacionais, a fim de auxiliar na escolha das ferramentas pelos usuários.

### **1.3 Organização do projeto de pesquisa**

O presente trabalho inicia com uma introdução sobre avaliação da sustentabilidade em propriedades agrícolas, seguido pela descrição de três ferramentas brasileiras e quatro ferramentas internacionais de avaliação da sustentabilidade em propriedades agrícolas. Após será apresentando os resultados da comparação feita entre as ferramentas nacionais ISA, Ambitec-Agro e APOIA-NovoRural, seguindo de uma discussão comparativa das similaridades e diferenças das ferramentas internacionais revisadas. Posteriormente será apresentado as considerações finais seguidas das referências utilizadas neste trabalho.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, foram abordados os conceitos e teóricos que embasam este trabalho.

### 2.1 Avaliação da sustentabilidade em propriedades agrícolas

Segundo De Olde (2017), a tomada de decisões em propriedades agrícolas direcionadas a uma agricultura mais sustentável exige compreender o impacto que terá o sistema em análise. Há inúmeras ferramentas de avaliação da sustentabilidade baseadas em indicadores agregados de avaliação de desempenho da sustentabilidade, em vários temas e dentro das dimensões ambiental, econômica e social. Os indicadores são definidos como um parâmetro ou um valor derivado de parâmetros, que descrevem o estado de um fenômeno (DE OLDE, 2017).

Para Ferreira *et al.* (2012) indicadores podem ser compreendidos como instrumentos que permitem mensurar as modificações em um determinado sistema e avaliar uma situação presente e a sua tendência de comportamento, bem como estabelecer um termo de comparação em escala temporal e espacial. Para Cândido *et al.* (2015) indicadores e índices de sustentabilidade podem contribuir nos processos decisórios que visam o desenvolvimento sustentável, ressaltando serem os instrumentos de avaliação mais adotados em termos práticos e teóricos, quer individualmente, condensados em índices, quer integrados em modelos mais complexos.

As avaliações de sustentabilidade fornecem um suporte aos tomadores de decisão, analisando os sistemas globais e locais integrados da natureza-sociedade em perspectivas de curto e longo prazo, com a finalidade de filtrar quais ações devem ser tomadas na tentativa de tornar a sociedade mais sustentável (DE OLDE, 2017).

Para Marchand *et al.* (2014) as ferramentas de avaliação de sustentabilidade diferem em seus pontos de partida, objetivos e premissas, como por exemplo, o que é importante ser medido, como medi-los e quais as perspectivas de sustentabilidade são relevantes e legítimas. De Olde (2017) acrescenta também

que as ferramentas de avaliação de sustentabilidade variam em sua abordagem, quanto aos usuários pretendidos e aos níveis de especificidade (Figura 2).

Figura 2 - Diversidade de ferramentas de avaliação de sustentabilidade



Fonte: De Olde (2017)

De acordo com De Olde (2017), as ferramentas de avaliação de sustentabilidade podem avaliar um setor apenas como uma propriedade produtora de leite ou diversos setores e contextos, como regiões ou cadeia produtiva, podendo os métodos serem usados para diferentes fins, como pesquisa, certificação, auto avaliação, informação ao consumidor, aconselhamento agrícola ou desenvolvimento de políticas ou suporte à tomada de decisão. Além disso, as ferramentas de avaliação de sustentabilidade podem se concentrar em diferentes níveis como produto, campo, propriedade e região e cobrir uma ou várias dimensões de sustentabilidade ambiental, econômico e social.

Além disso, Marchand *et al.* (2014) destacam que uma ferramenta de avaliação de sustentabilidade pode oferecer diversas funções como comunicação (fornece uma plataforma de comunicação por meio da descrição dos temas de sustentabilidade), aprendizado (promover a troca de ideias e conhecimentos), monitoramento e certificação (para fins de controle estatutário ou para certificação de produto), dentre outras. Marchand *et al.* (2014) também enfatizam que a decisão de usar uma ferramenta de avaliação de sustentabilidade deve ser feita com base

científica, resultando em uma correspondência entre uma determinada ferramenta ou função da ferramenta e o objetivo do usuário final e não em dados, tempo e restrições orçamentárias.

## **2.2 Sistemas brasileiros de avaliação da sustentabilidade em propriedades agrícolas**

Nessa seção, serão apresentados três métodos brasileiros de avaliação de sustentabilidade em propriedades agrícolas baseados em indicadores, os quais são: 1) O Sistema de avaliação de impactos ambientais de inovações tecnológicas agropecuárias – **Ambitec-Agro**, 2) Sistema de Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de Atividades do Novo Rural - **APOIA-Novo Rural**, e 3) Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas – **ISA**

### **2.2.1 O Sistema de avaliação de impactos ambientais de inovações tecnológicas agropecuárias - Ambitec-Agro**

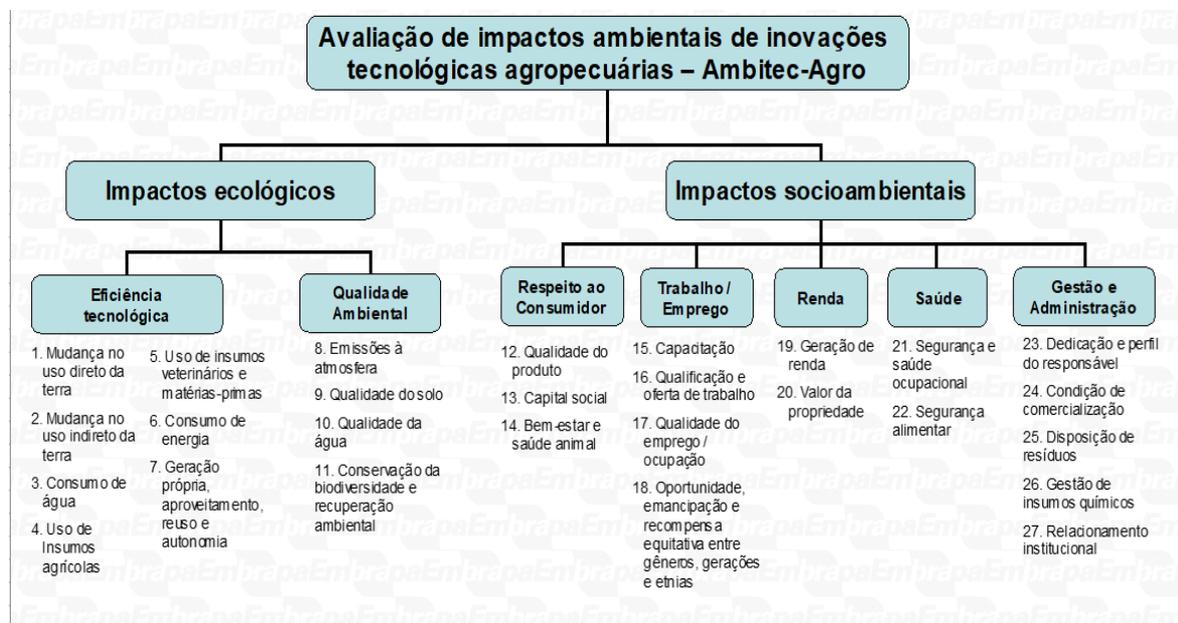
Engajando-se ao amplo esforço empreendido em diversos países na busca por ferramentas eficientes para a avaliação da sustentabilidade a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) desenvolveu, em 2002, um sistema de avaliação dos impactos ambientais possíveis pelo emprego de inovações tecnológicas na agropecuária, denominado Ambitec-Agro. (LIMA *et al.*, 2014).

O sistema Ambitec-Agro é formado por um conjunto de matrizes multicritério integrado por indicadores do desempenho das inovações tecnológicas e de novas práticas de manejo usadas em atividades rurais, que considera sete aspectos essenciais de avaliação, sendo estes: o uso de insumos e recursos; a qualidade ambiental; o respeito ao consumidor; o emprego; a renda; a saúde e a gestão e administração. No sistema, critérios e indicadores são montados em matrizes onde os dados colhidos no campo são transformados em índices de impacto, expressos em gráficos (RODRIGUES; KITAMURA, 2003).

Na Figura 3 pode-se visualizar a estrutura dos princípios e indicadores analisados com o sistema Ambitec-Agro, organizados em 27 critérios expressos

por 148 indicadores que podem ser interpretados via índices de impacto ambiental (AIA) (RODRIGUES; PIMENTA; CASARINI, 2016).

Figura 3 - Diagrama de Avaliação de Impacto Ambiental da Inovação Tecnológica Agropecuária, apresentando os aspectos, indicadores e componentes do sistema AMBITEC-AGRO.

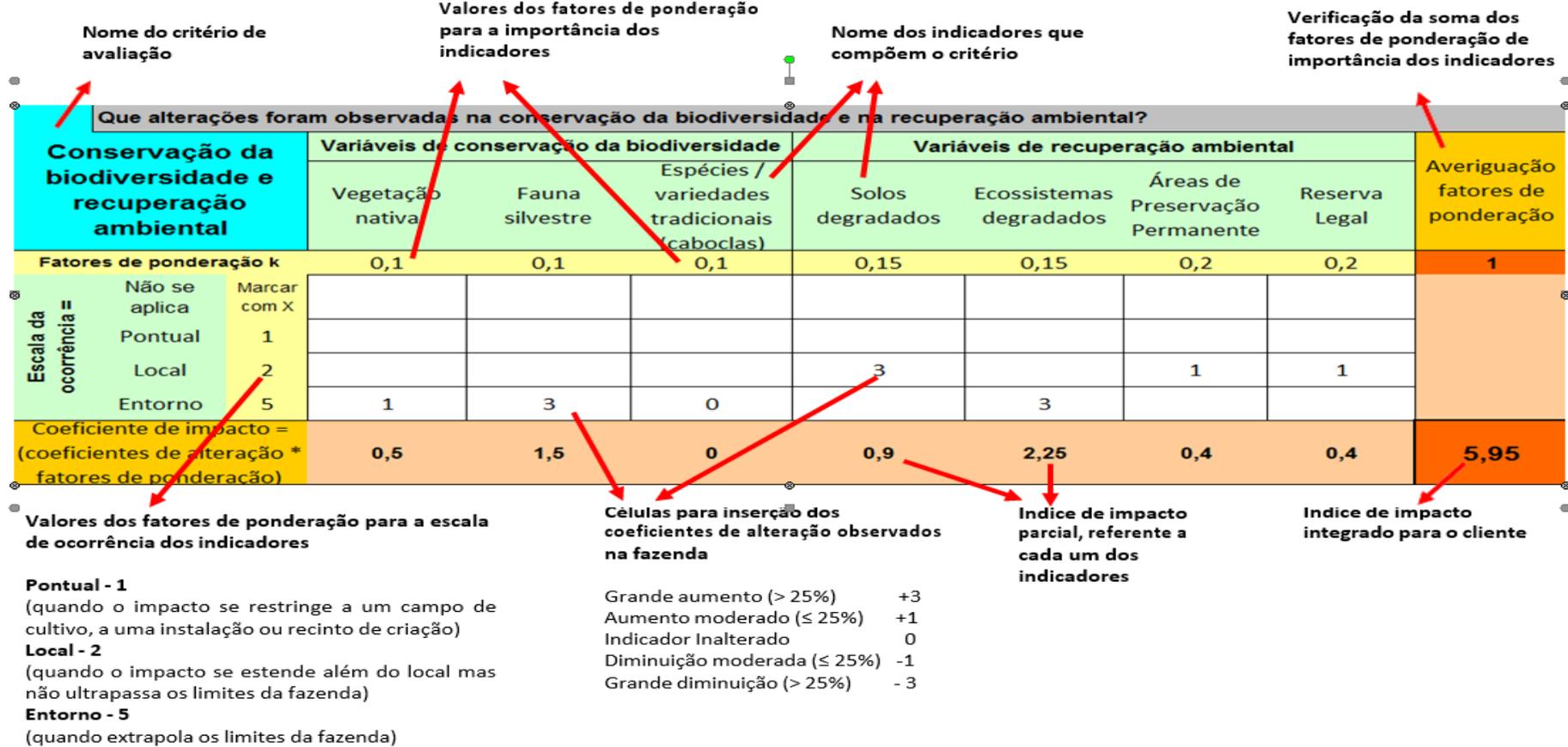


Fonte: Rodrigues e Kitamura (2003).

Rodrigues, Pimenta e Casarini (2016) acrescentam que após a inserção de todos os coeficientes de alteração dos indicadores nas matrizes o resultado é a expressão automática do índice de impacto da tecnologia, ponderado pelos fatores de escala da ocorrência e importância dos indicadores.

Na **Erro! Fonte de referência não encontrada**. Figura 4 podemos observar um exemplo de matriz de ponderação do Ambitec-Agro contendo os indicadores que compõem o critério 'Conservação da biodiversidade e recuperação ambiental' e descrições do significado de cada campo da matriz.

Figura 4 - Exemplo de matriz de ponderação do Ambitec-Agro

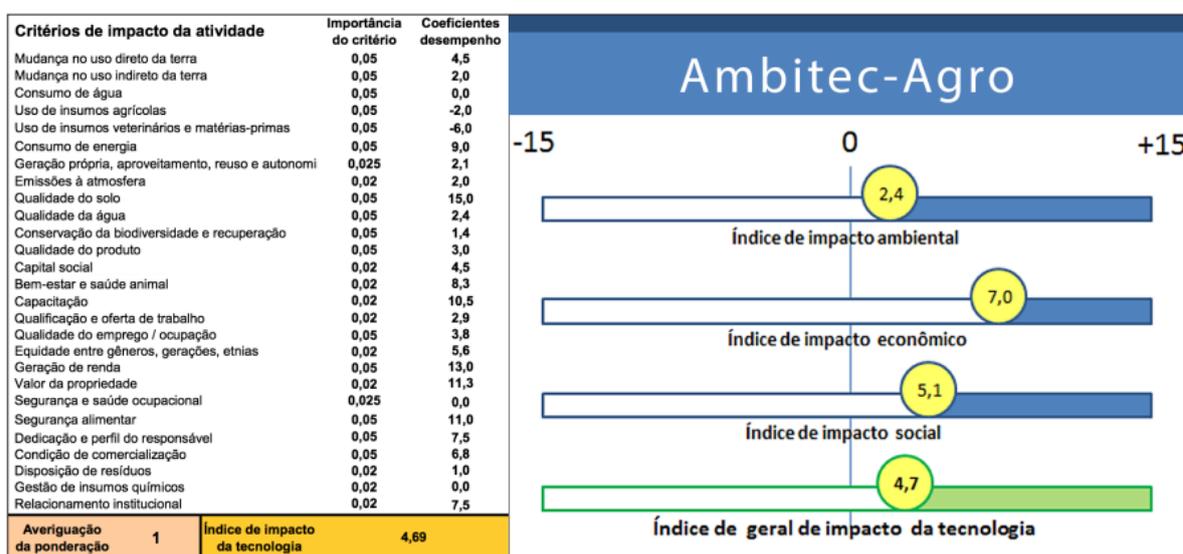


Fonte: Rodrigues, Pimenta e Casarini (2016)

De acordo com Rodrigues, Pimenta e Casarini (2016), os resultados são apresentados por critério, em seguida por aspecto e finalmente o gráfico com dimensões e o Índice de Impacto da Atividade. Os resultados finais da avaliação são expressos graficamente na escala entre  $\pm 15$  (Figura 5).

Os resultados permitem ao produtor/administrador conhecer quais práticas tem maior impacto na sua atividade e, aos tomadores de decisões e gestores, definirem políticas e instrumentos para a melhoria no desempenho das atividades rurais, tendo esse sistema uma abordagem simples, prática, expedita e de baixo custo (LIMA *et al.*, 2014).

Figura 5- Exemplo de gráfico de saída do Ambitec-Agro contendo os índices de impacto.



Fonte: Rodrigues, Pimenta e Casarini (2016)

Os pesquisadores Lima *et al.* (2014), com o objetivo de avaliar os impactos ambientais do plantio direto de hortaliças, evitando o intenso revolvimento do solo e seus impactos ambientais, se utilizaram do Sistema Ambitec-Agro para avaliar os aspectos de magnitude, eficiência tecnológica, conservação ambiental e recuperação ambiental e produza resultados que atestam que a adesão da tecnologia do plantio direto de hortaliças tem gerado um impacto ambiental positivo, sobretudo no que concerne à conservação do solo. O preenchimento das planilhas foi feito com base na resposta de um questionário aplicado a técnicos que trabalham com o tema, de opiniões de produtores rurais que já se utilizaram da tecnologia e de observações efetuadas a campo.

Estudando o cultivo da palma de óleo, uma das oleaginosas de maior potencial para a produção de biodiesel, com alto potencial para sequestrar carbono, gerar renda e recompor áreas alteradas, Monteiro (2013a) concluiu que o seu cultivo deveria ocorrer de forma sustentável, obedecendo padrões socioambientais. Para isso desenvolveu uma pesquisa se utilizando dos 24 indicadores socioambientais presentes na ferramenta Ambitec-Agro. No estudo a autora (MONTEIRO, 2013a) utilizou um conjunto de indicadores socioambientais que interferem na sustentabilidade dos sistemas produtivos familiares integrados (SPFI), do sistema produtivo independente (SPI) e do sistema produtivo agroindustrial (SPAGRO), tendo constatado que os indicadores voltados à esfera ambiental (uso dos insumos agrícolas, de energia e de recuperação ambiental) impactaram de forma negativa os SPI e SPFI enquanto que os indicadores direcionados à geração de renda, ao valor da propriedade, à diversificação de fontes de renda e à capacitação mostraram-se positivos. Como conclusão final, a pesquisadora identificou que os melhores indicadores foram àqueles voltados ao desempenho ambiental, à gestão, à administração, à geração de renda, ao valor da propriedade e à capacitação, enquanto os indicadores que impulsionaram os impactos negativos relacionavam-se com o uso de insumos agrícolas e com o uso de energia.

#### 2.2.2 Sistema de Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de Atividades do Novo Rural - APOIA-NovoRural

Outro sistema desenvolvido pela EMBRAPA usando indicadores do impacto ambiental de determinada atividade econômica em um estabelecimento rural foi o APOIA-NovoRural, que é capaz de avaliar o nível de impacto ambiental causado pela ação antrópica e pela atividade agropecuária em um determinado agroecossistema (RODRIGUES; CAMPANHOLA, 2003).

Este método surgiu da necessidade detectada pelos autores Rodrigues e Campanhola (2003) de dispor de uma ferramenta que atendesse a grande variedade de atividades agrícolas e não-agrícolas desenvolvidas em diferentes condições ambientais.

Nas revisões feitas Rodrigues e Campanhola (2003) não encontram um método completamente satisfatório que atendesse as atividades emergentes no

Novo Rural, por isto, propuseram um sistema com seguintes princípios: ser aplicável a qualquer atividade do meio rural brasileiro; atender ao rigor exigido pela comunidade científica ao mesmo tempo que permitisse o uso prático pelos agricultores/empresários rurais; contemplar os aspectos ecológicos, econômicos e sociais em um número adequado e suficiente de indicadores específicos; ser informatizado e prover uma medida final integrada do impacto ambiental da atividade.

O método desenvolvido emprega um conjunto de planilhas eletrônicas (plataforma MS-Excel) integrando os 62 indicadores selecionados, compostos e organizados para cobrir efeitos ambientais aplicáveis a qualquer atividade agrícola, considerando as cinco dimensões de avaliação: ecologia da paisagem, qualidade ambiental (atmosfera, água e solo), valores socioculturais, valores econômicos e gestão e administração (RODRIGUES; CAMPANHOLA, 2003).

Os dados quantitativos colhidos no campo e no laboratório são transformados em índices de impacto expressos graficamente, traduzindo valores que agregados a outros irão compor o Índice de Impacto Ambiental da atividade avaliada. O conjunto de dimensões e indicadores, com suas respectivas unidades de medida encontram-se no Quadro 1 (RODRIGUES; CAMPANHOLA, 2003).

Quadro 1 - Dimensões e indicadores de impacto ambiental do sistema APOIO-NovoRural.

<b>Dimensões e indicadores</b>	<b>Unidades de medida obtidas no campo e laboratório</b>
<b>Dimensão Ecológica da Paisagem</b>	
Fisionomia e conservação dos habitats naturais	Porcentagem da área da propriedade
Diversidade e condições de manejo das áreas de produção	Porcentagem da área da propriedade
Diversidade e condições de manejo das atividades confinadas (agrícolas/não-agrícolas e de confinamento animal)	Porcentagem da renda da propriedade, excluídas atividades não confinadas
Cumprimento com requerimento da reserva legal	Porcentagem da área averbada como reserva legal na propriedade
Cumprimento com requerimento de áreas de preservação permanente	Porcentagem da área da propriedade
Corredores de fauna	Área (ha) e número de fragmentos
Diversidade da paisagem <sup>(1)</sup>	Índice de Shannon-Wiener (dado)

Diversidade produtiva <sup>(1)</sup>	Índice de Shannon-Wiener (dado)
Regeneração de áreas degradadas <sup>(1)</sup>	Porcentagem da área da propriedade
Incidência de focos de doenças endêmicas	Número de criadouros
Risco de extinção de espécies ameaçadas	Número de (sub)populações ameaçadas
Risco de incêndio	Porcentagem da área atingida pelo risco
Risco geotécnico	Número de áreas influenciadas
<b>Dimensão Qualidade dos Compartilhamentos Ambientais</b>	
<b>Atmosfera</b>	
Partículas em suspensão/fumaça	Porcentagem do tempo de ocorrência
Odores	Porcentagem do tempo de ocorrência
Ruídos	Porcentagem do tempo de ocorrência
Óxidos de carbono	Porcentagem do tempo de ocorrência
Óxidos de enxofre	Porcentagem do tempo de ocorrência
Óxidos de nitrogênio	Porcentagem do tempo de ocorrência
Hidrocarbonetos	Porcentagem do tempo de ocorrência
<b>Água Superficial</b>	
Oxigênio dissolvido <sup>(1)</sup>	Porcentagem de saturação de O <sub>2</sub>
Coliformes fecais <sup>(1)</sup>	Número de colônias/100 mL
DBO <sub>5</sub>	Miligrama/L de O
pH <sup>(1)</sup>	pH
Nitrato <sup>(1)</sup>	Miligrama de NO <sub>3</sub> /L
Fosfato <sup>(1)</sup>	Miligrama P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /L
Sólidos totais <sup>(1)</sup>	Miligrama sólidos totais/L
Clorofila a <sup>(1)</sup>	Micrograma clorofila/L
Condutividade <sup>(1)</sup>	Micro ohm/cm
Poluição visual da água	Porcentagem do tempo de ocorrência
Impacto potencial de pesticidas	Porcentagem da área tratada Água
<b>Água Subterrânea</b>	
Coliformes fecais <sup>(1)</sup>	Número de colônias/100 mL
Nitrato <sup>(1)</sup>	Miligrama de NO <sub>3</sub> /L
Condutividade <sup>(1)</sup>	Micro ohm/cm
<b>Manutenção da capacidade produtiva do Solo</b>	
Matéria orgânica	Porcentagem de matéria orgânica
pH <sup>(1)</sup>	pH
P resina <sup>(1)</sup>	Miligrama P/dm <sup>3</sup>

K trocável <sup>(1)</sup>	Milimol de carga/dm <sup>3</sup>
Mg (e Ca) trocável <sup>(1)</sup>	Milimol de carga/dm <sup>4</sup>
Acidez potencial (H + Al) <sup>(1)</sup>	Milimol de carga/dm <sup>5</sup>
Soma de bases <sup>(1)</sup>	Milimol de carga/dm <sup>6</sup>
Milimol de carga/dm <sup>3</sup>	Milimol de carga/dm <sup>7</sup>
Capacidade de troca catiônica <sup>(1)</sup>	Milimol de carga/dm <sup>8</sup>
Volume de bases <sup>(1)</sup>	Porcentagem de saturação
Potencial de erosão	Porcentagem da área
<b>Dimensão de Valores Socioculturais</b>	
Acesso à educação <sup>(1)</sup>	Número de pessoas
Acesso a serviços básicos	Acesso a serviços básicos (1 ou 0)
Padrão de consumo	Acesso a bens de consumo (1 ou 0)
Acesso a esporte e lazer	Horas dedicadas
Conservação do patrimônio histórico, artístico, arqueológico e espeleológico	Número de monumentos/eventos do patrimônio
Qualidade do emprego	Porcentagem dos trabalhadores
Segurança e saúde ocupacional	Número de pessoas expostas
Oportunidade de emprego local qualificado	Porcentagem do pessoal ocupado
<b>Dimensão Valores Econômicos</b>	
Renda líquida do estabelecimento	Tendência de atributos da renda (1 ou 0)
Diversidade de fontes de renda	Proporção da renda domiciliar
Distribuição de renda	Tendência de atributos da renda (1 ou 0)
Nível de endividamento corrente	Tendência de atributos da renda (1 ou 0)
Valor da produtividade	Proporção da alteração de valor
Qualidade da moradia	Proporção dos residentes
<b>Dimensão Gestão e Administração</b>	
Dedicação e perfil do responsável	Ocorrência de atributos (1 ou 0)
Condição de comercialização	Ocorrência de atributos (1 ou 0)
Reciclagem de resíduos	Ocorrência de atributos (1 ou 0)
Relacionamento institucional	Ocorrência de atributos (1 ou 0)

(1) Indicador expresso em duas medidas: índice de impacto e variação porcentual, proporcional ou relativa; cada qual com seu respectivo valor de utilidade.

Fonte: Adaptada de Rodrigues e Campanhola (2003)

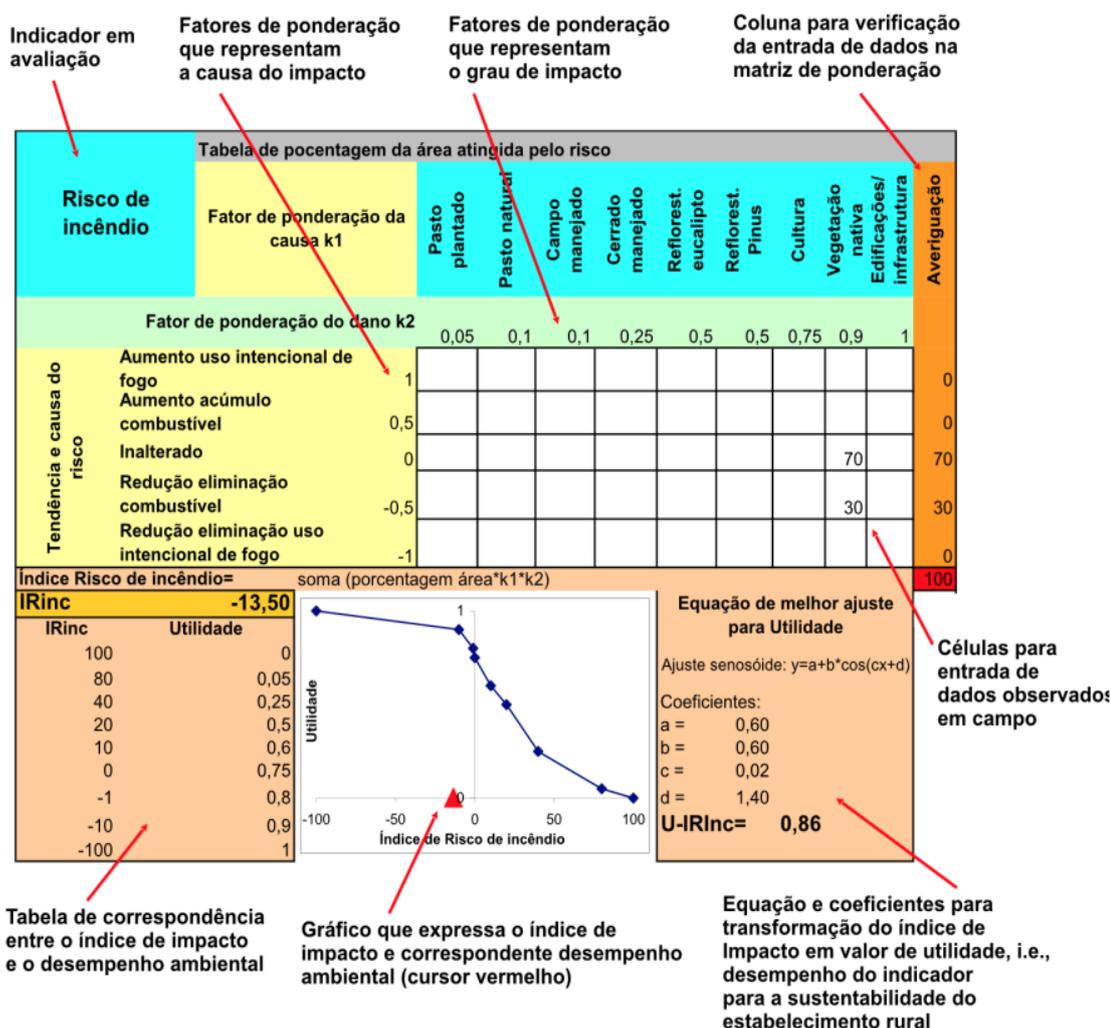
Nesse método, a maioria dos dados são colhidos pelo próprio proprietário ou responsável pela propriedade agrícola, por meio de questionário e de visitas locais por técnicos treinados, evitando ao máximo a subjetividade, sendo as

matrizes de avaliação construídas em plataforma MS-Excel que pondera os indicadores e seus atributos expressando em gráficos o índice de impacto resultante (RODRIGUES; CAMPANHOLA, 2003). Este índice de impacto é transformado por uma função de valor que o relaciona com a performance ambiental da atividade em uma escala que varia de 0 a 1 (RODRIGUES; CAMPANHOLA, 2003).

Dos 62 indicadores, 24 são expressos em duas medidas o índice de impacto primário referente ao indicador e a variação porcentual, proporcional, ou relativa induzida pela atividade agropecuária, cada qual com seu respectivo valor de utilidade. sendo os resultados apresentados em gráficos para cada dimensão considerada. Isso permite avaliar a performance da atividade para cada indicador (RODRIGUES; CAMPANHOLA, 2003).

Abaixo podemos observar na Figura 6, o exemplo de matriz de ponderação do APOIA-NovoRural contendo os indicadores que compõem o critério “Risco de incêndio” e descrições do significado de cada campo da matriz.

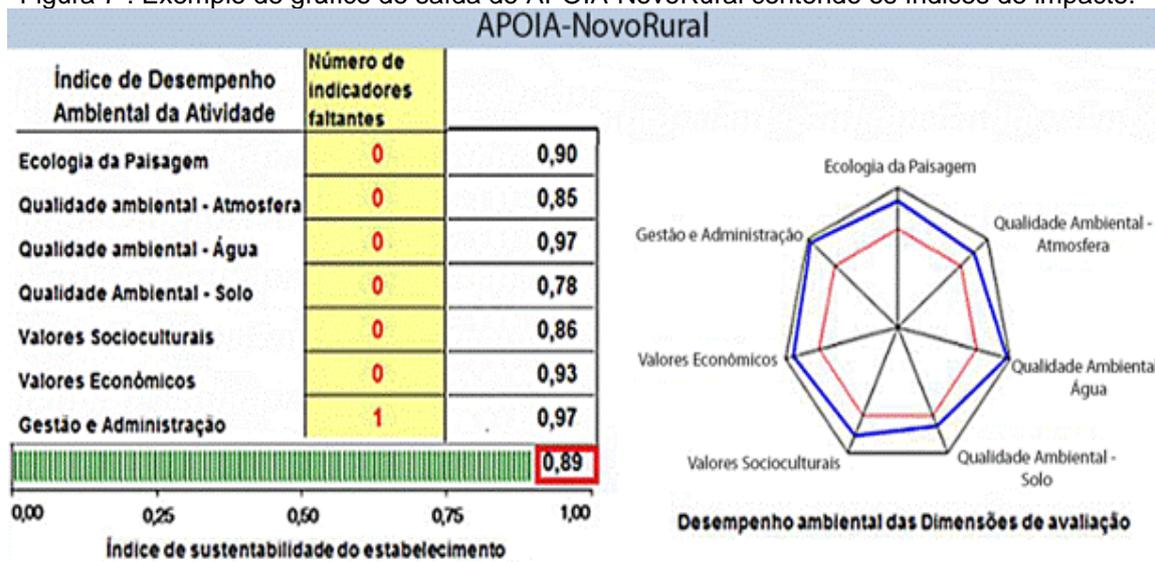
Figura 6 - Exemplo de matriz de ponderação do APOIA-NovoRural



Fonte: Rodrigues, Pimenta e Casarini (2016)

Os resultados devem ser agregados pelo valor médio de utilidade do conjunto de indicadores primários, em cada dimensão, expressos finalmente em um gráfico-síntese de impacto ambiental da atividade, conforme Figura 7.

Figura 7-: Exemplo de gráfico de saída do APOIA-NovoRural contendo os índices de impacto.



Fonte: Rodrigues, Pimenta e Casarini (2016)

De acordo com Rodrigues e Campanhola (2003), o método em questão é de aplicação simples desde que conduzido por um avaliador treinado, permitindo a participação efetiva dos produtores/responsáveis, tendo o diferencial de agregar componentes de diferentes naturezas compondo os índices parciais de impacto ambiental para cada dimensão em um índice agregado de avaliação de impacto ambiental. Sua plataforma computacional é amplamente disponível e de fácil manuseio.

Com o intuito de verificar o desempenho ambiental de atividades voltadas ao agroturismo, (RAMOS FILHO *et al.*, 2004) usaram o APOIA – Novo Rural para estudar dez propriedades do interior de São Paulo onde o agroturismo demonstrou um bom desempenho em termos econômicos e nos indicadores relacionados à conservação da qualidade da água, suscitando, contudo, a necessidade de cuidados a serem adotados quanto à recuperação dos habitats naturais e da paisagem. O método culminou com a criação de uma medida objetiva e abrangente para mensurar como a atividade rural tem contribuído para o desenvolvimento local sustentável, apontando a abordagem como eficiente para evidenciar os principais pontos fracos a serem corrigidos, contribuindo para a expansão da sustentabilidade no contexto do agroturismo. Para os pesquisadores o estudo conduzido revelou-se como uma ferramenta útil para os produtores, em grupo ou individualmente, podendo também constituir-se em importante ferramenta para os gestores de políticas públicas, contribuindo para

as ações que visam o desenvolvimento local sustentável. Destacam os autores que o benefício da plataforma computacional estar prontamente disponível, permitindo emitir gráficos fáceis de interpretar e disponibilizar a elaboração de Relatórios de Gestão Ambiental, facilitam a recomendação de práticas e tecnologias para a correção dos indicadores falhos e para a promoção de indicadores positivos (RAMOS FILHO *et al.*, 2004).

Rodrigues *et al.* (2010) levaram em consideração, na pesquisa conduzida, sessenta e dois indicadores divididos em cinco dimensões que mensuraram a sustentabilidade, sendo elas a ecologia da paisagem; a qualidade ambiental (atmosfera, água e solo); os valores socioculturais; os valores econômicos e a gestão e administração, medindo o impacto em três níveis de integração.

Tendo realizado nove estudos de caso com foco em diferentes escalas, em diversas atividades rurais/sistemas agrícolas e em contextos espaciais/territoriais contrastantes, os autores (RODRIGUES *et al.*, 2010) atestaram a maleabilidade do método e sua aplicabilidade como uma ferramenta de gestão ambiental agrícola integrada, concluindo que quando, aplicado por pesquisadores e técnicos treinados o método permite a participação ativa dos produtores e gestores, facilitando o armazenamento e a comunicação de informações sobre os impactos ambientais. Além disso, também, concluíram que as avaliações permitem aos produtores apropriarem-se facilmente dos resultados e de recomendações. Conselhos sobre o uso de equipamentos de proteção individual na pulverização de agrotóxicos, eliminação de vetores de doenças endêmicas, controle de riscos e a proteção e recuperação de habitats naturais tiveram um importante efeito educacional. Por fim os autores atestaram que o sistema possibilita maleabilidade como ferramenta de gestão ambiental por combinar integridade ecológica, vitalidade econômica e equidade sociocultural para o desenvolvimento local sustentável.

### 2.2.3 Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas - ISA

Segundo Ferreira *et al.* (2012) o ISA foi desenvolvido pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG, em parceria com a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais – EMATER-MG, com o Instituto Estadual de Floresta - IEF, com a Embrapa, com a

Universidade Federal de Minas Gerais e com a Fundação João Pinheiro, entidade do governo de Minas Gerais de apoio técnico à Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão e demais sistemas operacionais do Estado.

O método ISA tem por objetivo realizar um diagnóstico social, econômico e ambiental da propriedade e ainda gerar informações úteis para auxiliar o gestor público na identificação de vulnerabilidades socioeconômicas, fragilidades ambientais, programas de monitoramento e outros, revelando-se eficiente para mensurar o balanço econômico e social, o gerenciamento da propriedade, a qualidade do solo e da água, o manejo dos sistemas de produção, a diversificação da paisagem e o estado de conservação da vegetação nativa (FERREIRA *et al.*, 2012)

Trata-se um sistema de gestão direcionado ao produtor rural, podendo ser desenvolvido no campo e no escritório, aplicado por meio de entrevistas, levantamento de campo e análise de imagens de satélites. Utiliza uma planilha eletrônica para a entrada e processamento dos dados do questionário e daqueles gerados pelo geoprocessamento; dos indicadores; dos índices gerais; a síntese dos dados; o relatório do produtor; a guia de planejamento do técnico e o planejamento do produtor (FERREIRA *et al.*, 2012).

Os indicadores são divididos em sete subíndices envolvendo as dimensões econômica, social e ambiental, conforme Quadro 2, sendo gerado para cada indicador um índice que varia de 0 a 1.

Quadro 2 - Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas - Método ISA.

Subíndices	Indicadores
Balança econômico	1 - Produtividade e preço de venda apurados
	2 - Perfil e diversificação da renda
	3 - Evolução patrimonial
	4 - Grau de endividamento
Balança social	5 - Serviços básicos disponíveis
	6 - Segurança alimentar no entorno das residências
	7 - Escolaridade/Cursos direcionados às atividades agrossilvipastoris
	8 - Qualidade da ocupação e do emprego gerado
Gestão do estabelecimento rural	9 - Gestão do empreendimento
	10 - Gestão da informação
	11 - Gerenciamento de resíduos e efluentes
	12 - Segurança do trabalho e gestão do uso de agrotóxicos e produtos veterinários
Capacidade produtiva do solo	13 - Fertilidade do solo
Qualidade da água	14 - Qualidade da água superficial
	15 - Qualidade da água subterrânea
	16 - Risco de contaminação da água por agrotóxicos
Manejo dos sistemas de produção	17 - Áreas com solo em estágio de degradação
	18 - Grau de adoção de práticas conservacionistas
	19 - Estado de conservação de estradas internas e externas
Ecologia da paisagem agrícola	20 - Vegetação nativa - fitofisionomias e estado de conservação
	21 - Áreas de Preservação Permanente (APPs)
	22 - Reserva Legal (RL)
	23 - Diversificação da paisagem agrícola

Fonte: Adaptado de Ferreira *et al.* (2012)

De acordo com Ferreira *et al.* (2012), ao final o sistema gera um índice a partir da média aritmética simples das notas atribuídas aos 23 indicadores, considerando 0,7 o valor de referência para um bom desempenho ambiental, social ou econômico. O sistema gera gráficos e tabelas agregando os índices e temas, conforme Figuras: 8, 9 e 10.

Figura 8 - Exemplo dos indicadores relacionados com os aspectos socioeconômicos

Aspectos socioeconômicos	
1 - Produtividade e preço de venda	0,79
2 - Perfil e diversificação da renda	0,81
3 - Evolução patrimonial	0,57
4 - Grau de endividamento	0,70
5 - Serviços básicos	0,88
6 - Segurança alimentar	0,67
7 - Escolaridade, capacitação	0,60
8 - Qualidade e ocupação do emprego gerado	0,66
9 - Gestão do empreendimento	0,58
10 - Gestão da informação	1,00
11 - Gerenciamento de resíduos	0,68
12 - Segurança do trabalho	0,54
<b>Subíndice dos aspectos socioeconômicos</b>	<b>0,71</b>

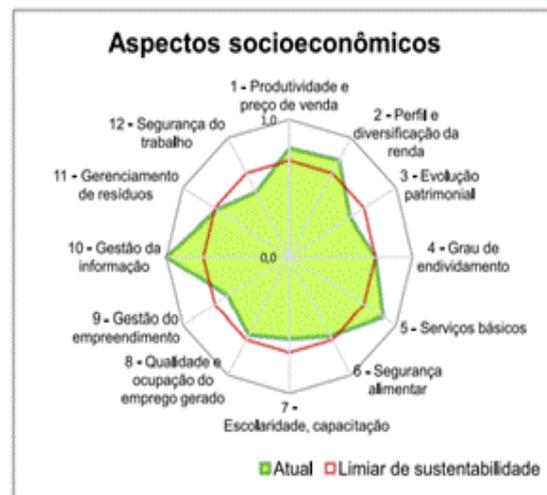
Fonte: Ferreira *et al.* (2012)

Figura 9 - Exemplo dos indicadores relacionados com os aspectos ambientais

Aspectos ambientais	
13 - Fertilidade do solo	0,42
14 - Qualidade da água superficial	0,73
15 - Qualidade da água subterrânea	0,70
16 - Risco de contaminação	0,27
17 - Avaliação dos solos degradados	0,52
18 - Práticas de conservação	0,56
19 - Estradas	0,59
20 - Vegetação nativa	0,90
21 - APP	0,51
22 - Reserva Legal	1,00
23 - Diversificação da paisagem	0,77
<b>Subíndice dos aspectos ambientais</b>	<b>0,63</b>

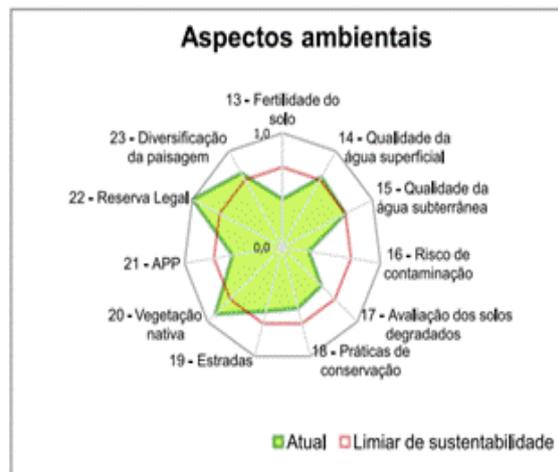
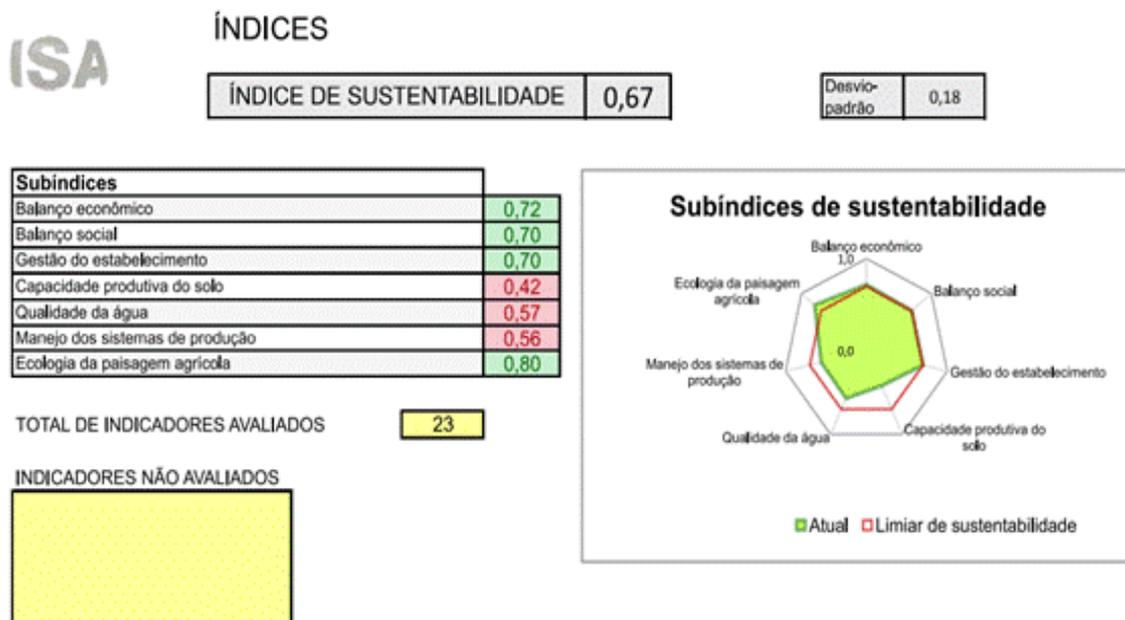
Fonte: Ferreira *et al.* (2012)

Figura 10 - Exemplo do índice final, dos subíndices, desvio-padrão e descrição dos indicadores não avaliados



Fonte: Ferreira *et al.* (2012)

Destacam-se a seguir dois estudos que utilizaram o método ISA. No estudo de Ferreira *et al.* (2012) o sistema ISA foi aplicado em mais de 500 propriedades rurais do Estado de Minas Gerais, abrangendo as regiões da Zona da Mata, do Alto Paranaíba, do Vale do Jequitinhonha e do Sul de Minas, utilizando imagens fornecidas por satélite e técnicas de geoprocessamento voltadas ao uso e ocupação do solo e à identificação das Áreas de Preservação Permanente (APPs). Os pesquisadores tinham como objetivo principal auxiliar na gestão dos estabelecimentos rurais, possibilitando ao produtor priorizar suas ações visando reverter ou minimizar fragilidades e riscos, permitindo ao responsável pelas atividades produtivas aprimorar o planejamento técnico (FERREIRA *et al.*, 2012).

Ao final do trabalho de Ferreira *et al.* (2012), os resultados mostraram que os indicadores que apresentaram maiores problemas foram a qualidade da água superficial por alto teor de coliformes termotolerantes à jusante (0,47); o risco de contaminação pelo uso de defensivos agrícolas muito próximo ao curso d'água (0,12) e o baixo estado de conservação das Áreas de Preservação Permanentes - APPs pela presença de animais domésticos e interferências no curso do rio (0,35). Adicionalmente, os indicadores de melhor desempenho foram as

estradas e a reserva legal, concluindo ter a ferramenta ISA se mostrado adequada para a avaliação da sustentabilidade, permitindo detectar os fatores positivos e as fragilidades delas.

Também, Silva *et al.* (2017) utilizaram o método ISA, por considerarem ser uma ferramenta de simples aplicação e de baixo custo, que permite ao produtor rural conhecer as vulnerabilidades e potencialidades socioeconômicas e ambientais de sua propriedade, possibilitando adotar ações que levem o imóvel rural à sustentabilidade.

Na ocasião em função do dilema do crescimento populacional concomitante à diminuição da água potável disponível para o consumo, novas diretrizes e instrumentos jurídicos surgiram dirigidos à gestão dos recursos hídricos, dando origem à teoria do Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), uma contribuição destinada a produtores rurais que concordam em adotar ações e cuidados em suas terras ou bacias hidrográficas, atribuída nas formas de incentivos financeiros ou de fornecimento de insumos, serviços ou isenções fiscais. Os autores Silva *et al.* (2017) propuseram que, para implantar o programa PSA, um diagnóstico socioeconômico e ambiental da área contemplada deveria ser feito, recomendando para isso a metodologia ISA, que se mostrou eficiente para revelar a realidade da região, no caso a bacia de abastecimento da cidade de Frutal, MG, passando o sistema ISA, a ser aprovado pelo Decreto nº 46.113 de 19 de dezembro de 2012, como uma ferramenta adotada pelo governo de Minas Gerais na avaliação da sustentabilidade socioeconômica e ambiental das propriedades rurais (MINAS GERAIS, 2012).

Silva *et al.* (2017) também relatam que a ferramenta ISA permite ao produtor rural conhecer as vulnerabilidades e potencialidades socioeconômicas e ambientais de sua propriedade, possibilitando adotar ações que levem o imóvel rural à sustentabilidade.

## 2.3 Sistemas internacionais de avaliação da sustentabilidade em propriedades agrícolas

Nesta seção, serão analisados os sistemas internacionais de avaliação de sustentabilidade em propriedades agrícolas, com destaque para os métodos MESMIS, IDEA, MOTIFS e RISE. Os mesmos foram escolhidos por serem métodos de destaque internacional de avaliação da sustentabilidade e que se utilizam de indicadores de sustentabilidade econômica, ambiental e social.

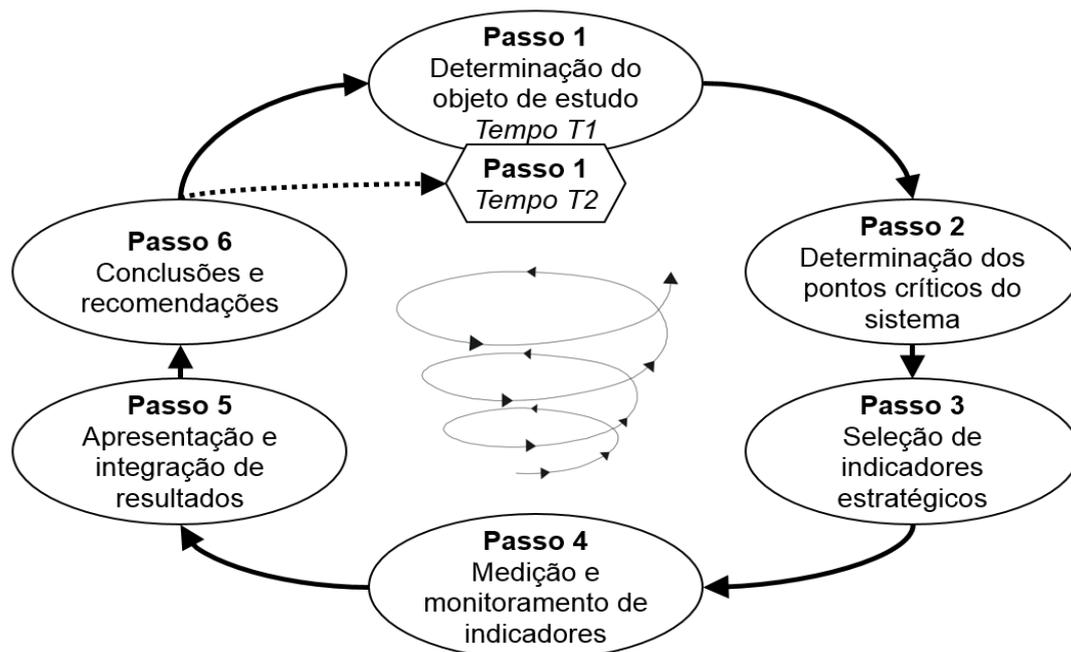
### 2.3.1 Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad - MESMIS

O Método MESMIS surgiu do esforço de profissionais de diversas áreas interessados em desenvolver e disseminar ferramentas de avaliação da sustentabilidade (MASERA; ASTIER; LÓPEZ RIDAURA, 1999). Foi criado em 1995 pelo grupo mexicano denominado Grupo Interdisciplinar de Tecnologia Rural Apropriada (GIRA), composto por quatro instituições acadêmicas e uma organização civil: o Instituto de Pesquisa em Ecossistemas e Sustentabilidade (IIES–UNAM), o Centro de Pesquisa em Geografia Ambiental (CIGA-UNAM), o Colégio da Fronteira Sul (ECOSUR), o Centro Internacional de Pesquisa em Milho e Melhoria do Trigo (CIMMYT) e o Grupo Interdisciplinar de Tecnologia Rural Apropriada (GIRA A.C).

O Método MESMIS foi desenvolvido a partir de características que definem sustentabilidade como a capacidade de um agroecossistema gerar produtos comparado ao gasto com a sua manutenção, a capacidade do ecossistema manter-se estável no decorrer dos anos mantendo os benefícios esperados, a capacidade de restaurar a variedade de espécies locais, a capacidade de se adaptar às alterações do local no decorrer do tempo mantendo o nível de produção, promovendo a partilha correta aos beneficiados, suas despesas e seus ganhos e, por fim, a capacidade de gerir seus vínculos com a parte externa da associação (MASERA; ASTIER; LÓPEZ RIDAURA, 1999).

Segundo Cândido *et al.* (2015) a implementação da metodologia propõe um ciclo de avaliação que compreende as seguintes etapas ilustradas na (Figura 11).

Figura 11 - Ciclo de avaliação Método MESMIS



Fonte: Masera, Astier e López Ridaura (1999)

- determinar o objetivo da avaliação – nesta etapa é feita a caracterização do sistema analisado identificando os aspectos de manejo e o seu contexto socioeconômico e ambiental;
- determinar pontos fortes e fracos – analisa os pontos críticos do agroecossistema, identificando os fatores limitantes e favoráveis à sustentabilidade;
- seleção de indicadores – determina os critérios de diagnósticos associados aos atributos da sustentabilidade, que são: produtividade, estabilidade, resiliência, confiabilidade, adaptabilidade, equidade e autogestão, determinando os indicadores de sustentabilidade;
- medição e monitoramento de indicadores - refere-se à medição e ao monitoramento dos indicadores em longo do tempo;
- apresentação e integração de resultados;
- conclusões e recomendações – são estabelecidas as conclusões e recomendações consideradas importantes para melhoria da sustentabilidade do sistema de manejo. Masera, Astier e López Ridaura (2000) ressaltam que ao fechar um ciclo se inicia outro, visto que o sistema deve ser avaliado constantemente.

A aplicação do método exige desenvolver ações como a representação do agroecossistema a ser avaliado, a avaliação das vantagens e desvantagens do desenvolvimento suportável, decisão sobre os conceitos a serem analisados e a conferência de como os critérios selecionados serão operacionalizados no longo prazo (MASERA; ASTIER; LÓPEZ RIDAURA, 1999). No Quadro 3 tem-se um exemplo da utilização de indicadores no método MESMIS.

Quadro 3 - Indicadores que podem ser adotados pelo Método MESMIS.

Atributo	Critério de Diagnóstico	Indicadores	Dimensão
Produtividade	Eficiência	Rendimento; Eficiência energética	Ambiental
		Custo/benefício; Investimento; Produtividade do trabalho	Econômica
Estabilidade, resiliência, confiabilidade	Diversidade	Espécies manejadas; Policultivos; Rotações	Ambiental
		Nº de cultivos; Grau de integração na produção e na comercialização	Econômica
		Nº de etnias envolvidas no manejo	Social
	Conservação de recursos	Qualidade de solo e água; Fluxo de nutrientes críticos; Variedades tradicionais	Ambiental
		Capacidade de economia	Econômica
	Fragilidade do sistema	Incidência de pragas e enfermidades	Ambiental
		Tendência e variação de rendimentos	Econômica
Distribuição de riscos	Acesso a créditos, seguros e outros mecanismos	Econômica	
Qualidade de vida	Índices de qualidade de vida	Social	
Adaptabilidade	Processo de aprendizagem	Capacitação e formação dos integrantes; Adaptações locais aos sistemas propostos	Social
	Capacidade de inovação	Evolução do nº de produtores por sistema; Geração de conhecimentos e práticas	Social
Equidade	Distribuição	Beneficiários por etnia, gênero e grupo social	Social
	Evolução do emprego	Demanda ou jornada de trabalho	Econômica
Auto-gestão	Participação	Envolvimento dos beneficiários no projeto	Social
	Auto suficiência	Grau de dependência de insumos externos	Ambiental
		Nível de autofinanciamento	Econômica
	Controle	Reconhecimento dos direitos de propriedade; Uso de conhecimentos locais	Social
Organização	Poder de decisão sobre aspectos críticos do funcionamento do sistema	Social	

Fonte: Adaptado de Masera, Astier e López Ridaura (1999).

A ferramenta MESMIS já possui mais de 60 estudos de casos, realizados principalmente na América latina. De acordo com Cândido *et al.*(2015), no Brasil, o MESMIS tem sido aplicado como exercício acadêmico, principalmente em unidades produtivas de base familiar, na forma de dissertações, teses e outros projetos de pesquisa e extensão apoiados por órgãos de fomento. Entre outros estudos destacam-se no Brasil as pesquisas: Souza, Martins e Verona (2012; 2017); Silva, Ferreira e Ribeiro (2017); Martins, Cândido e Aires (2017).

Souza, Martins e Verona (2012) partiram da premissa de que os agricultores que adquirissem eficiência em gerenciar suas propriedades a partir de indicadores de sustentabilidade passariam a contar com bons argumentos para fundamentar suas decisões, podendo acompanhar de forma proativa a evolução dos aspectos de sustentabilidade em seus agroecossistemas. Eles propuseram um roteiro de gestão ambiental para aplicação em propriedades familiares usando o método MESMIS de avaliação de sustentabilidade, procurando identificar os nexos existentes entre este método e os requisitos dos Sistemas de Gestão Ambiental (SGA), concluindo ser possível associar algumas etapas do MESMIS a atividades características de SGA.

Os pesquisadores aplicaram o método MESMIS em cinco agroecossistemas do município de Chapecó, na região oeste do Estado de Santa Catarina e concluíram que este dispõe de uma estrutura favorável à avaliação da sustentabilidade em propriedades familiares, com potencial significativo para o seu uso como ferramenta de gestão ambiental. Perceberam que as famílias passaram a enxergar a sustentabilidade como um processo e não como um ponto de chegada, exercendo o seu potencial criativo e associativo para valorizar o que produzem usando formas solidárias de comercialização (SOUZA; MARTINS; VERONA, 2012).

Buscando uma metodologia eficiente para avaliar os aspectos socioeconômicos e ambientais em agroecossistemas com barragens subterrâneas e visando mensurar a contribuição dessas barragens na resiliência das famílias às adversidades do clima semiárido, Silva, Ferreira e Ribeiro (2017) utilizaram a metodologia MESMIS, com adaptações, por considerá-la eficiente em apontar de forma holística a sustentabilidade em suas dimensões econômica, social e ambiental. A pesquisa de campo foi conduzida a partir de um estudo de caso abrangendo nove agroecossistemas localizados no Semiárido do Nordeste brasileiro (Alagoas, Bahia, Pernambuco e Paraíba), durante o período entre setembro de 2013 e dezembro de 2014. Os pesquisadores concluíram ter o MESMIS um desempenho adequado na avaliação da sustentabilidade dos sistemas de produção familiar do Semiárido brasileiro, tendo a barragem subterrânea contribuído: para a interação sistêmica das práticas de manejo e conservação da propriedade; para o aumento da capacidade produtiva; na diversidade de cultivos e no ambiente de troca que a

água captada proporcionava. Destacam ser ela uma boa alternativa tecnológica de captação e armazenamento da água da chuva, de suma importância naquele ambiente, reduzindo os riscos de perda de safra.

Na pesquisa de Silva, Ferreira e Ribeiro (2017) foram avaliados os nexos existentes entre o MESMIS e os requisitos do Sistema de Gestão Ambiental (SGA), usando o Planejamento, Execução, Verificação e Ação (PDCA) em cinco agroecossistemas diferentes, contribuindo para um olhar diferenciado sobre a gestão da sustentabilidade. A fim de que o estudo fosse conduzido consideraram a episteme da Rede para Construção de Conhecimento sobre a Avaliação e Sustentabilidade de Agroecossistemas, propondo, a partir dos resultados colhidos, ações a serem desenvolvidas junto aos agricultores familiares. Os pesquisadores analisaram a sustentabilidade dos sistemas agrícolas com atividades integradas (hidroponia, dessalinização, microalga e aquaponia) conduzidas numa cooperativa de São João do Cariri, utilizando como marco ordenador o método MESMIS. Para a coleta de dados realizaram estudos documentais e de campo.

Os resultados colhidos apontaram que as atividades agrícolas desempenhadas nesta cooperativa apresentam média contribuição à sustentabilidade nas esferas econômica e social e uma alta contribuição no que concerne à dimensão ambiental, pelo fato da hidroponia permitir uma redução nos impactos da atividade agrícola feita no solo, contribuindo para a preservação dos recursos naturais. Concluíram ser a cooperativa uma alternativa promissora por gerar emprego e renda em uma região caracterizada por longos períodos de estiagem que inviabilizam a agricultura convencional.

### 2.3.2 IDEA (Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles)

Zahm *et al.* (2019) propuseram na França o método IDEA (*Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles*), um dos quatro mais utilizados na União Europeia, tendo como objetivo atuar como uma ferramenta de educação de agricultores, tornando-lhes mais concreto e mensurável o conceito de agricultura sustentável. Somente na França foram feitas mais de 1.500 aplicações desse método (ZAHM *et al.*, 2019).

O método IDEA é o resultado de um pedido da Diretoria Geral de Educação e Pesquisa - DGER do Ministério da Agricultura Francês para disponibilizar a educação agrícola uma ferramenta robusta, sensível e relevante de avaliar a sustentabilidade, acessível ao maior número possível de pessoas (Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles - IDEA).

A primeira versão do IDEA surgiu em outubro de 2000, tendo o seu comitê científico revisado por duas vezes, em 2003 e em 2008, renovando-lhe o quadro conceitual, suas grades avaliativas e seus indicadores, resultando no IDEA v4. Com o tempo este método passou a ser usado para outras finalidades, tais como pesquisa, no apoio à mudança e no aconselhamento do desenvolvimento agrícola (DE OLDE *et al.*, 2016).

Em 2017 foi criado o projeto Ação CASDAR - *Accompagnement au Changement vers la Transition agro-écologique pour une performance globale des exploitations agricoles*, financiado pelo Ministério da Agricultura Francês com prazo de setembro de 2017 a junho de 2021, com o objetivo de finalizar o desenvolvimento do método IDEA v.4 em suas duas abordagens (abordagens tridimensionais para o desenvolvimento sustentável e a abordagem para propriedades de sustentabilidade) e testar se este permitiria atividades de assessoria agrícola para apoiar os agricultores (Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles - IDEA). Os resultados esperados deste projeto eram: dois guias de método (ensino e aconselhamento), um aplicativo de calculadora WEB e; dois tipos de treinamento dedicado (para ensino e aconselhamento) (Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles - IDEA).

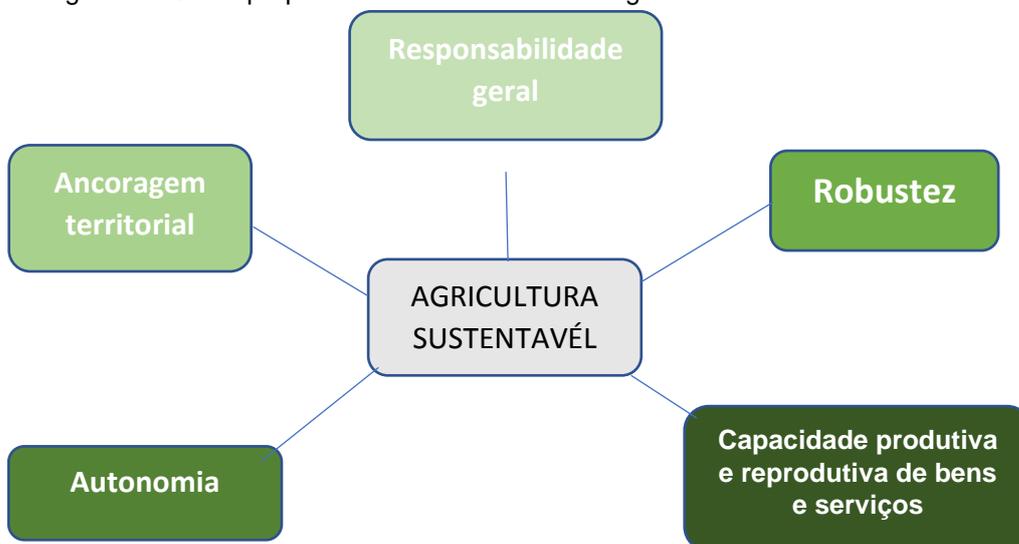
O método IDEA v.4 passou a medir o nível de sustentabilidade de uma propriedade por duas abordagens complementares: as três dimensões da sustentabilidade (agroecológica, sócio territorial e econômica) e as cinco propriedades de uma unidade agrícola sustentável (capacidade produtiva e reprodutiva de bens e serviços, ancoragem territorial, autonomia, responsabilidade geral e robustez) (Figura 12 e Figura 13) (ZAHM *et al.*, 2019).

Figura 12 - Dimensões sustentabilidade do Método IDEA



Fonte: Adaptado de Zahm *et al.* (2008)

Figura 13: Cinco propriedades de uma unidade agrícola sustentável - Método IDEA



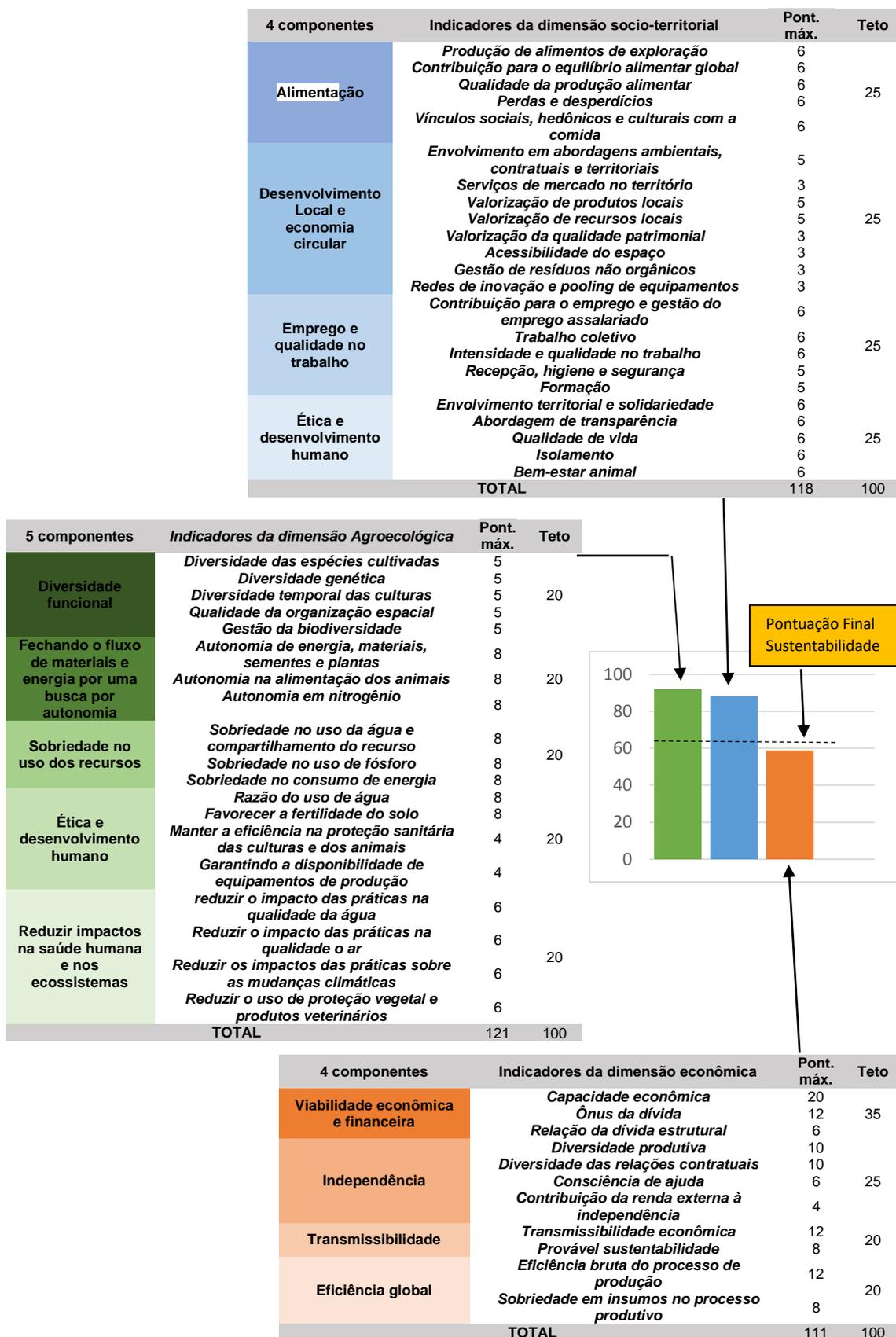
Fonte: Adaptado de Zahm *et al.*,(2008)

De acordo com Zahm *et al.* (2019), no modelo IDEA v.4 os 53 indicadores são organizados em cinco propriedades (Figura 14) que são:

- a) autonomia – capacidade de produzir bens e serviços a partir de recursos próprios ou coletivos locais, possibilitando o agricultor ter sua liberdade de decisão e desenvolver métodos de ação;
- b) robustez – capacidade de lidar com as variações internas e externas de diferentes intensidades e de diferentes naturezas para manter ou recuperar um estado de equilíbrio;
- c) capacidade produtiva e reprodutiva de bens e serviços - capacidade de produzir e reproduzir a longo prazo sem degradar sua base de recursos naturais e sociais;
- d) ancoragem territorial – capacidade de contribuir para um processo de coprodução e desenvolvimento dos recursos territoriais;
- e) responsabilidade global – grau de compromisso do agricultor em uma abordagem global que leva em consideração os impactos ambientais, sociais e econômicos.

De acordo com Zahm *et al.* (2019) na Figura 14 observa-se os 53 indicadores, todos com pontuação que varia de 0 ao seu score máximo, a pontuação de cada componente é a soma das pontuações de cada um dos indicadores, com o valor máximo de 20 a 35, dependendo do componente. A pontuação máxima de cada dimensão é de 100 unidades, correspondendo ao nível de mais alta sustentabilidade. A pontuação final de sustentabilidade corresponde a pontuação mais baixa das três dimensões.

Figura 14 - Grade de avaliação IDEAv4 - abordagem através das 3 dimensões da sustentabilidade



Fonte: Adaptado de Zahm et al. (2019)

O método IDEA se baseia em três princípios, sendo o primeiro o de não agregar as categorias em uma classificação geral, pois impediria identificar as especificidades de cada propriedade e, o segundo, adotar uma agregação ascendente de indicadores por meio de diferentes nós intermediários dos ramos constituintes de cada propriedade e, o terceiro, da abordagem agregativa qualitativa e hierárquica que utiliza a ferramenta DEXi (Software de suporte à decisão multicritério), sendo as duas últimas abordagens de avaliação complementares (ZAHM *et al.*, 2019).

As ferramentas do método IDEA v.4 ainda não foram lançadas, devendo estar disponíveis *online* assim que for publicado (Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles - IDEA).

De acordo com Cândido *et al.* (2015) o IDEA v.4, apesar de ser uma ferramenta didática, tem sido pouco aplicado nos meios acadêmicos brasileiros estima-se que ele pode vir a tornar-se um importante instrumento para avaliar os pontos em que os sistemas agrícolas agroecológicos precisam de ações de políticas públicas para se tornarem mais sustentáveis.

### 2.3.3 MOTIFS (Monitoring Tool for Integrated Farm Sustainability)

Com o intuito de elaborar uma ferramenta de monitoramento baseada em indicadores de sustentabilidade agrícola integrada, considerando os aspectos econômicos, ecológicos e sociais, os autores (MEUL *et al.*, 2008) desenvolveram o MOTIFS (*Monitoring Tool for Integrated Farm Sustainability*), uma ferramenta com estrutura metodológica bem fundamentada e baseada em um conjunto de indicadores relevantes.

De acordo com os autores Meul *et al.* (2008), a metodologia utilizada por esta ferramenta desenvolve-se em etapas, projetando-se no primeiro momento os indicadores relevantes levando em consideração nas suas escolhas os critérios de:

- a) causalidade – se existe uma relação óbvia e bem definida entre o indicador e o fenômeno a monitorar;
- b) sensibilidade – se uma mudança na situação se reflete em mudança de valor do indicador;

- c) solidez – se o método de cálculo documentado do valor do indicador depende minimamente de fatores externos;
- d) uso de *benchmarks* – se os *benchmarks* estão disponíveis para avaliar o valor do indicador e
- e) compreensibilidade – se os valores e pontuações dos indicadores são facilmente interpretáveis.

Os indicadores escolhidos devem sustentar-se na literatura e estar em conformidade com a visão da propriedade agrícola, com os temas derivados e com os critérios de qualidade impostos. Na falta de informação científica disponível, as partes interessadas devem ser consultadas para selecionar ou projetar indicadores relevantes (MEUL *et al.*, 2008).

Para o cálculo dos indicadores deve-se usar o máximo de dados disponíveis nas propriedades agrícolas, requerendo dados quantitativos como: insumos usados, conteúdo de matéria orgânica do solo e outros, e também dados qualitativos, como questionários ou listas de verificação (MEUL *et al.*, 2008).

Na pontuação dos indicadores são definidos os *benchmarks*<sup>2</sup> mínimo (B<sub>min</sub>) e máximo (B<sub>máx</sub>), permitindo redimensionar os valores do indicador entre 0, na pior situação, e 100, indicando a sustentabilidade assumida. Todos os indicadores têm a mesma ponderação por considerar que todos os temas de sustentabilidade selecionados são igualmente importantes (MEUL *et al.*, 2008).

O Quadro 4 contém um resumo dos indicadores elaborados para cada um dos dez temas relevantes de sustentabilidade selecionados para um estudo de caso feito em fazendas leiteiras (MEUL *et al.*, 2008).

---

<sup>2</sup> Benchmark – ponto de referência.

Quadro 4 - Temas e indicadores de nível 1, nível 2 e nível 3 do sistema de monitoramento, juntamente com uma definição concisa e escolhas metodológicas - Método MOTIFS

Nível 1	Nível 2	Nível 3	Definição de indicador	Design Indicador (a)	Tipo de dados (b)	Método de peso (c)	Indicador de pontuação (d)
<b>TEMA ECOLÓGICOS</b>							
<b>USO DE INSUMOS</b>	Pesticidas	Uso de pesticidas	quantidade e impacto ambiental dos pesticidas usados				12,5
		Gestão de pesticidas	risco de impacto ambiental da aplicação de pesticidas, com base em oito fatores relativos à gestão de pesticidas quantidade de produto produzido	l, e	CH	b	12,5
	Energia	Uso de energia e eficácia	com uma unidade de energia compartilhada de fontes de energia	eu	q	r	12,5
		Uso de energia renovável	renováveis usadas na fazenda quantidade de produto produzido com uma	e	q	s	12,5
	Água	Uso de água e eficácia	unidade de água	eu	q	r	12,5
		Uso alternativo de recursos hídricos	parcela de recursos hídricos alternativos (água da chuva, água superficial e água subterrânea rasa) usados na fazenda	e	q	r	12,5
	Nutrientes	Excedente de nitrogênio (N)	risco de impacto ambiental do uso de N	eu	q	s	6,25
		Eficiência no uso do N	quantidade de produto produzida por unidade de risco	eu	q	r	6,25
		Excedente de fósforo (P)	excedente de N de impacto ambiental do uso de P	eu	q	s	6,25
		Eficiência no uso do P	quantidade de produto produzida por unidade de teor de	eu	q	r	6,25
	Qualidade do solo	Conteúdo de matéria orgânica	matéria orgânica excedente de P do solo	eu	q	s	16,67
		pH	acidez do solo como um indicador da qualidade química do solo	eu	q	s	1,85
Conteúdo P		Teor de P do solo como um indicador da qualidade química do solo Teor	eu	q	s	1,85	

Nível 1	Nível 2	Nível 3	Definição de indicador	Design Indicador (a)	Tipo de dados (b)	Método de peso (c)	Indicador de pontuação (d)
<b>TEMA ECOLÓGICOS</b>							
<b>QUALIDADE DE MATERIAL RECURSOS</b>	Qualidade do solo	Conteúdo K	de K do solo como um indicador da qualidade química do solo	eu	q	s	1,85
		Qualidade biológica do solo	qualidade biológica do solo				5,56
		Qualidade física do solo	qualidade física do solo				5,56
	Qualidade da água		risco de contaminação das águas superficiais de águas residuais, com base em 3 aspectos relativos à gestão de águas residuais	e	CH	b	33,33
	Qualidade do ar		risco de poluição do ar devido à diversidade de atividades agrícolas do				33,33
	Diversidade genética		agricultor de culturas e animais usados na agricultura diversidade de				33,33
	Diversidade de espécies		espécies selvagens dependentes ou um ff afetados pela diversidade de				33,33
	Diversidade de habitat		habitats agrícolas relacionados à produção agrícola				33,33

Nível 1	Nível 2	Nível 3	Definição de indicador	Design Indicador (a)	Tipo de dados (b)	Método de peso (c)	Indicador de pontuação (d)
<b>TEMA ECOLÓGICOS</b>							
<b>BIODIVERSIDADE</b>	Diversidade genética		agricultor de culturas e animais usados na agricultura diversidade de				33,33
	Diversidade de espécies		espécies selvagens dependentes ou um ff afetados pela diversidade de				33,33
	Diversidade de habitat		habitats agrícolas relacionados à produção agrícola				33,33
<b>TEMAS ECONÔMICOS</b>							
Produtividade e eficiência	Produtividade do trabalho		valor adicionado por unidade de trabalho agrícola	eu	q	r	27
	Produtividade de capital		valor adicionado por unidade de valor de capital	eu	q	r	10,5
	Produtividade da terra		agrícola por unidade de uso da terra	eu	q	r	12,5
	Eficiência		proporção da produtividade total real para a produtividade máxima atingível renda do	eu	q	p	50
Lucratividade	Lucratividade do trabalho		trabalho agrícola por unidade de trabalho agrícola	eu	q	r	33,33
	Retorno sobre o patrimônio		lucro agrícola por unidade de capital próprio	eu	q	r	33,33
	Retorno sobre ativos		lucro agrícola por unidade de capital total (capital agrícola e capital da terra)	eu	q	r	33,33
Risco			<i>a probabilidade de que a produção de valor adicionado seja impactada por eventos externos</i>				100

Nível 1	Nível 2	Nível 3	Definição de indicador	Design Indicador (a)	Tipo de dados (b)	Método de peso (c)	Indicador de pontuação (d)	
<b>TEMAS SOCIAIS</b>								
Social extena sustentabilidade	Orgulho profissional		a emanção de como a identidade do agricultor e, portanto, suas expectativas e aspirações se ajustam à realidade diária de ser um agricultor em um ambiente social, cultural, ambiental, econômico e político em constante mudança; avaliação é baseada na apreciação de oito fatores (de uma lista de 24) que o agricultor considera como a na apreciação de oito fatores (de uma lista de 24) que o agricultor considera como a chave para seu próprio orgulho.	f, e	qe	qe	33,33	
	Latitude de decisão		a margem de manobra para tomar suas próprias decisões, de acordo com seus próprios insights, capacidades e desejos				33,33	
	Cuidado		a existência de estruturas e instituições formais e informais que permitem que as pessoas cuidem umas das outras, de acordo com seus próprios valores e normas				33,33	
	Saúde animal e bem-estar	pontuação de condição corporal		porcentagem de vacas magras				
		sujeira		parcela de vacas sujas, com base na sujeira dos úberes, flancos e pernas, parcela	l, e	q	r	5,56
		lesões de pele		de vacas com lesões nos jarretes, pescoço e coluna	l, e	q	r	5,56

Nível 1	Nível 2	Nível 3	Definição de indicador	Design Indicador (a)	Tipo de dados (b)	Método de peso (c)	Indicador de pontuação (d)
<b>TEMAS SOCIAIS</b>							
		pontuação de locomoção	proporção de vacas com baixa pontuação média de locomoção	l, e	q	r	5,56
		condição final da teta	participação de vacas com anéis de calosidade na extremidade do teto	l, e	q	r	5,56
		condição do úbere	grossos e ásperos; participação de vacas com mastite subclínica e clínica;	l, e	q	r	5,56
	Panorama Gestão	acordos de administração	presença de acordos de manejo	e	qe	e	5,56
		pequenos elementos de paisagem	quantidade de tempo gasto na manutenção de pequenos elementos da	e	qe	e	5,56
		Conservação da natureza	paisagem e ff sobras feitas para a conservação da natureza e ff sobras feitas	e	qe	e	5,56
		incômodo visual	para minimizar o incômodo visual e ff sobras feitas para qualidade	e	qe	e	5,56
		qualidade arquitetônica	arquitetônica	e	qe	e	5,56
		paisagem circulante	consciência do impacto na paisagem circundante	e	qe	e	5,56

Nível 1	Nível 2	Nível 3	Definição de indicador	Design Indicador (a)	Tipo de dados (b)	Método de peso (c)	Indicador de pontuação (d)
<b>TEMAS SOCIAIS</b>							
	Serviços sociais		a prestação de serviços sociais (por exemplo, cuidados verdes)				33,33
Renda disponível			a renda total (obtida na fazenda ou fora) que o agricultor e sua família têm à disposição				100
Empreendedorismo			a extensão do empreendedorismo do agricultor, com base em três aspectos-chave do empreendedorismo: visão, estratégia e gestão	l, e	qe	e	100

Fonte: Adaptado de Meul *et al.* (2008)

(a) l = com base na literatura, e = com base na opinião de especialistas, f = com base em novas pesquisas fundamentais.

(b) q = dados quantitativos, qe = questionário, ch = lista de verificação.

(c) s = com base em conhecimentos científicos ou normas legislativas, r = comparação com um grupo de referência, b = com base nas melhores técnicas disponíveis (BAT), qe = com base em um questionário, e = com base na opinião de especialistas, p = com base em uma possibilidade de produção curva.

(d) Os pesos somam 100 para cada tema de nível 1.

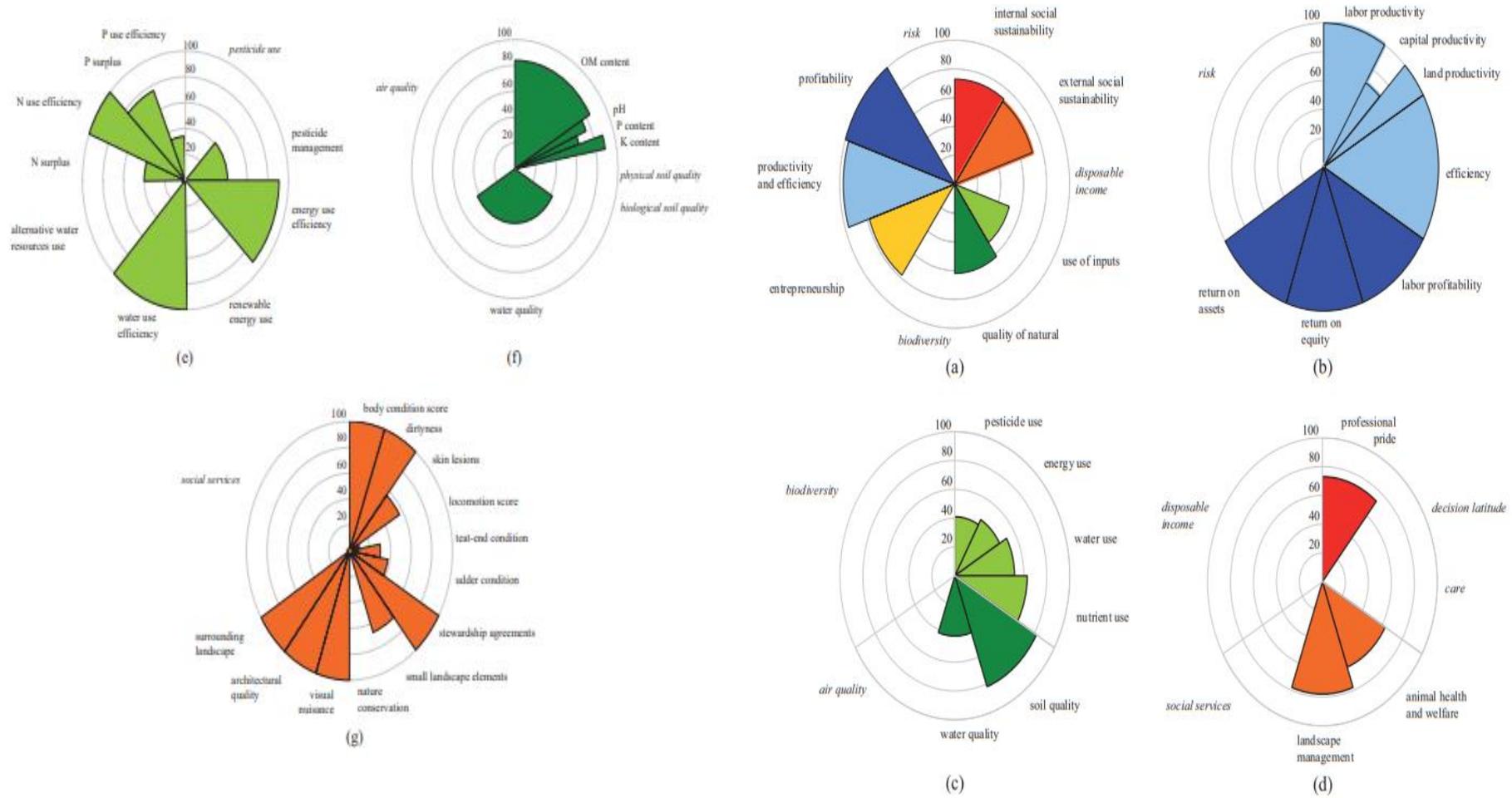
Itálico indica que o tema ou indicador ainda não foi totalmente detalhado.

Na Figura 15, os dados coletados são apresentados de forma gráfica (MEUL *et al.*, 2008) com todos os temas relevantes usando uma abordagem multinível para agregar os indicadores, dividindo-os em três níveis:

- a) no nível 3 as pontuações dos indicadores individuais para cada tema de sustentabilidade selecionado agregadas em um gráfico. No caso exemplificado a figura mostra o indicador escores para o uso de insumos (e), qualidade dos recursos naturais (f) e sustentabilidade social externa (g);
- b) no nível 2, os três gráficos fornecem uma visão geral dos temas de sustentabilidade, dentro de cada dimensão da sustentabilidade: econômica (b), ecológica (c) e social (d), sendo a pontuação de cada tema calculada como a média ponderada de suas pontuações de indicadores individuais;
- c) no nível 1, (a) oferece uma visão geral da sustentabilidade da propriedade rural agregando todos os temas de sustentabilidade social, econômico e ambiental em um gráfico.

Os resultados obtidos pelos pesquisadores permitiram concluir ser o MOTIFS um instrumento fácil de usar e comunicativo para medir o progresso em direção a um sistema integrado da produção sustentável de produtos lácteos, permitindo uma interpretação imediata e integrada do nível de sustentabilidade geral da propriedade agrícola, fornecendo uma visão geral dos pontos fortes e fracos da mesma (MEUL *et al.*, 2008).

Figura 15 - Resultados do monitoramento da sustentabilidade de uma fazenda leiteira feita através do método MOTIFS



Fonte: Meul *et al.* (2008)

### 2.3.4 RISE (Response-Inducing Sustainability Evaluation)

Outro método de grande prestígio internacional é RISE. Segundo Hani *et al.* (2003), o método foi desenvolvido para fornecer uma ferramenta simples e robusta para avaliação holística da sustentabilidade de uma fazenda e também para induzir respostas a avaliação, com indicações práticas e fáceis de entender com intuito de chegar a sustentabilidade. A análise é feita na área da fazenda e pelo período de um ano.

O método RISE é baseado em doze indicadores, abordando situações econômicas, ecológicas e sociais: energia, água, solo, biodiversidade, potencial de emissão, proteção vegetal, produção de resíduos, resíduos, fluxo de caixa, renda agrícola, investimentos, economia local e situação social (HANI *et al.*, 2003).

O Grau de sustentabilidade (GS) da ferramenta é feito pela avaliação do estado (S) e da força motriz (D) para cada indicador, sendo que a determinação dos valores de D e S é feita por analistas treinados após uma avaliação detalhada da fazenda, incluindo uma inspeção do local para coleta de todos os parâmetros biológicos relevantes, uma avaliação da condição econômica da empresa e de seu mercado de referência e uma coleção de dados secundários relacionados a parâmetros sociais e macroeconômico.

Para calcular os valores padronizados de D e S dos 12 indicadores de sustentabilidade um software próprio é usado e para o cálculo do GS utiliza-se a Equação 1 (HANI *et al.*, 2003).

Equação 1 - Cálculo do grau de sustentabilidade

$$DS = S - D$$

Fonte: Hani *et al.* (2003)

Onde o S indica a condição atual do indicador específico, valores mais altos são os mais desejáveis e o D é uma medida de pressão estimada que o sistema de cultivo exerce sobre o indicador específico, valores mais baixos são desejáveis (HANI *et al.*, 2003).

No Quadro 5, podemos ver os 12 indicadores nas dimensões econômica, ecológica e social utilizada pelo método RISE (HANI *et al.*, 2003).

Quadro 5 - Indicadores de sustentabilidade - Método RISE

Indicadores	Parâmetro	Base de dados	Unid. de referência
ENERGIA	D (1)	Uso de energia	ha FL (3)
		Impacto ambiental (aquecimento global, etc.)	Fazenda
	S (2)	Consumo de energia por força de trabalho (FTE (6))	Fazenda
		Grau de autossuficiência para consumo de energia	Fazenda
ÁGUA	D	Consumo de água	ha FL
	S	Estabilidade da fonte de água	Fazenda
SOLO	D	Contaminação do solo por fertilizantes e pesticidas	ha FL
		Efeito no solo por máquinas agrícolas	ha FL
	S	Estado do solo (a): Nutrientes, carbono, pH, umidade, salinidade	ha FL
		Estado do solo (b): Erosão	ha FL
BIODIVERSIDADE	D	Zonas de compensação ecológica (ZEC's): Superfície das ZEC's; cumprimento da lei	ha FL
	S	Tamanho das parcelas (somente aquelas sem alta biodiversidade)	ha FL
		Superfície com alta biodiversidade	ha FL
EMISSÃO POTENCIAL	D	Entrada de nitrogênio (N) e fósforo (P)	ha FL
	S	Balanco de N&P (oferta e demanda)	Fazenda
		Armazenamento de esterco agrícola	Fazenda
PLANTAR PROTEÇÃO	D	Rotação de colheitas	CP (4)
		Quantidade de ingredientes ativos	ha FL
		Potencial de risco dos pesticidas usados	ha FL
		Sistema de proteção de plantas	Fazenda
	S	Educação, controle de equipamentos, observância de períodos de espera, existência de zonas tampão	Fazenda
	DESPERDÍCIO RESÍDUOS	D	Resíduos produzidos
S		Eliminação de resíduos na fazenda	Fazenda
		Eliminação e / ou reciclagem de resíduos fora da fazenda	Fazenda
DINHEIRO FLUXO	D	Depreciações, amortizações e perdas como% do capital	Fazenda
	S	Retorno sobre ativos	Fazenda
FAZENDA RENDA	D	Número de FTE (6) multiplicado por MRI (5), como% das vendas, Renda agrícola, como% da medida anterior (valor absoluto)	Fazenda
	S		Fazenda
INVESTIMENTO	D	Estado dos edifícios, equipamentos, culturas permanentes Rácio patrimonial	Fazenda
	S	Manutenção e investimentos como % das vendas de capital	Fazenda
ECONOMIA LOCAL	D	Total em relação a um benchmark regional	ha FL
	S	Tamanho relativo e nível de remuneração da força de trabalho local	Fazenda
		Menor salário pago como % de MRI	Fazenda
SITUAÇÃO SOCIAL	D	Relação entre a remuneração média de FTE na fazenda e MRI	Fazenda
		Relação entre a remuneração FTE mais baixa e a renda agrícola por FTE	Fazenda
	S	Avaliação da situação social dos trabalhadores familiares e empregados	Fazenda

(1) D = Força Motriz

(2) S = Estado

(3) FL = Terras agrícolas

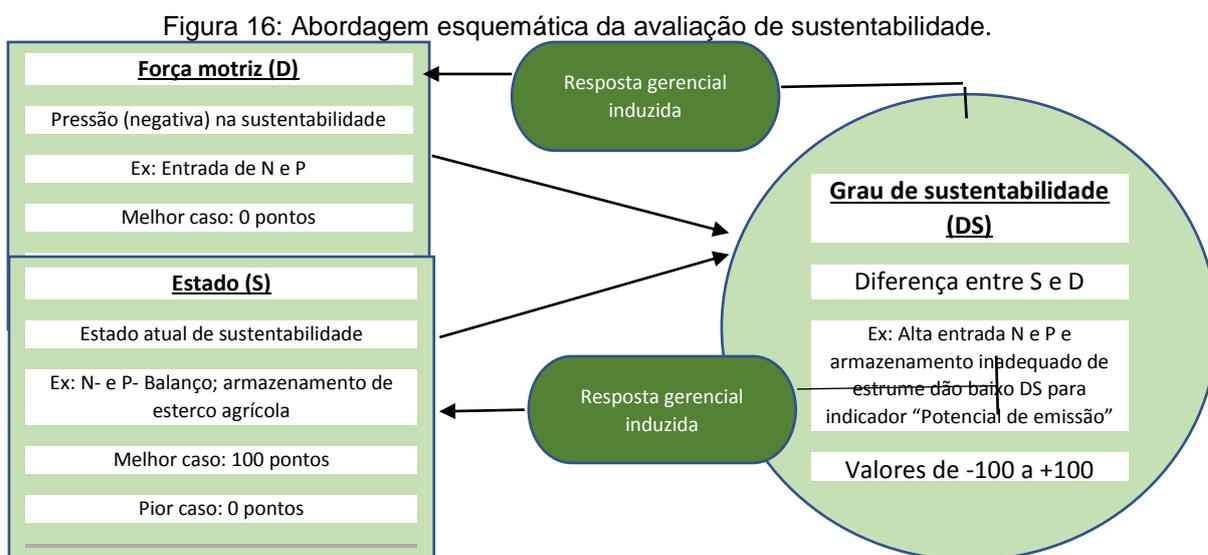
(4) CP = Período de colheita

(5) RM = Renda mínima regional

(6) FTE = Equivalente em tempo integral

Fonte: Adaptado de Hani *et al.* (2003).

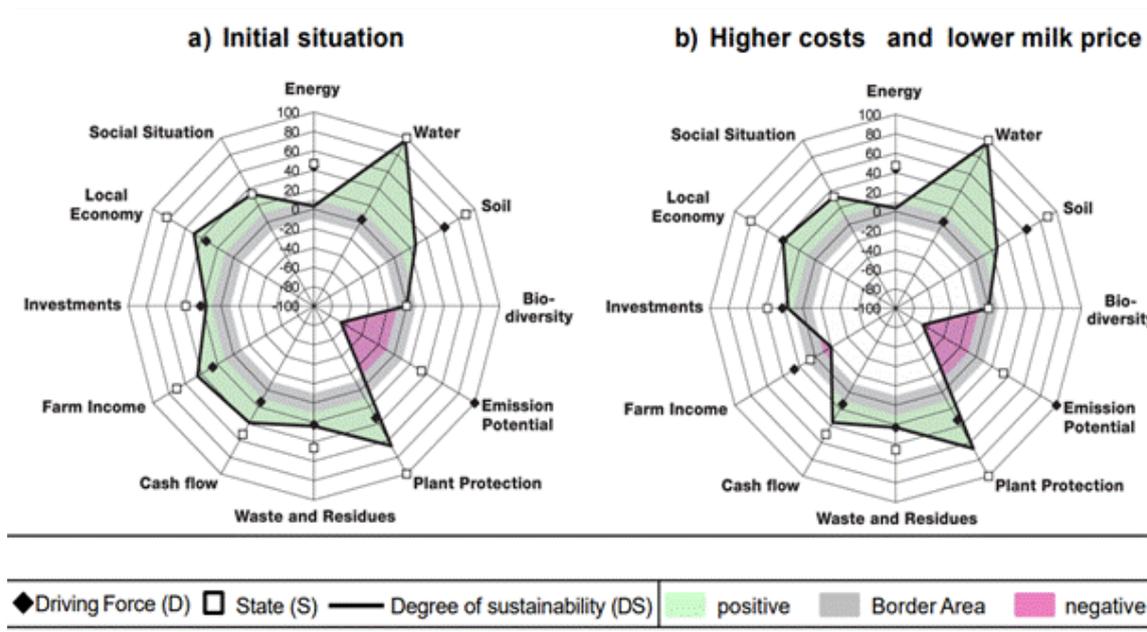
A Figura 16 apresenta uma abordagem esquemática do método RISE (HANI; *et al.*, 2003). Como se pode ver, D e S são padronizados em uma escala de 0 a 100, onde o indicador perfeito seria identificado por  $S = 100$  e  $D = 0$ . Os indicadores individuais são sustentáveis se o DS estiver acima de +10 e toda a propriedade agrícola é considerada sustentável se nenhum indicador tiver DS abaixo de -10. Para visualizar esses valores mais facilmente estes são agrupados em um polígono, conforme exemplo apresentado na Figura 9 (HANI; *et al.*, 2003).



Fonte: Hani *et al.*(2003).

No exemplo apresentado na Figura 17 resultante da avaliação de sustentabilidade de uma fazenda suíça que produz gado e safras comerciais, tem-se no polígono a esquerda o resultado do diagnóstico real da propriedade e no polígono da direita a mudança na sustentabilidade decorrente de ações corretivas que poderiam ser iniciadas após a análise dos resultados (HANI *et al.*, 2003).

Figura 17 - Exemplo de aplicação do método RISE em uma fazenda de gado leiteira



Fonte: Hani *et al.* (2003).

Os pesquisadores Hani *et al.* (2003) também testaram o método RISE em inúmeras propriedades localizadas no Brasil, Canadá, China e Suíça, obtendo sucesso em suas testagens, ao atingir os objetivos declarados que propunham ser o método RISE um instrumento valioso para avaliar a sustentabilidade em propriedades.

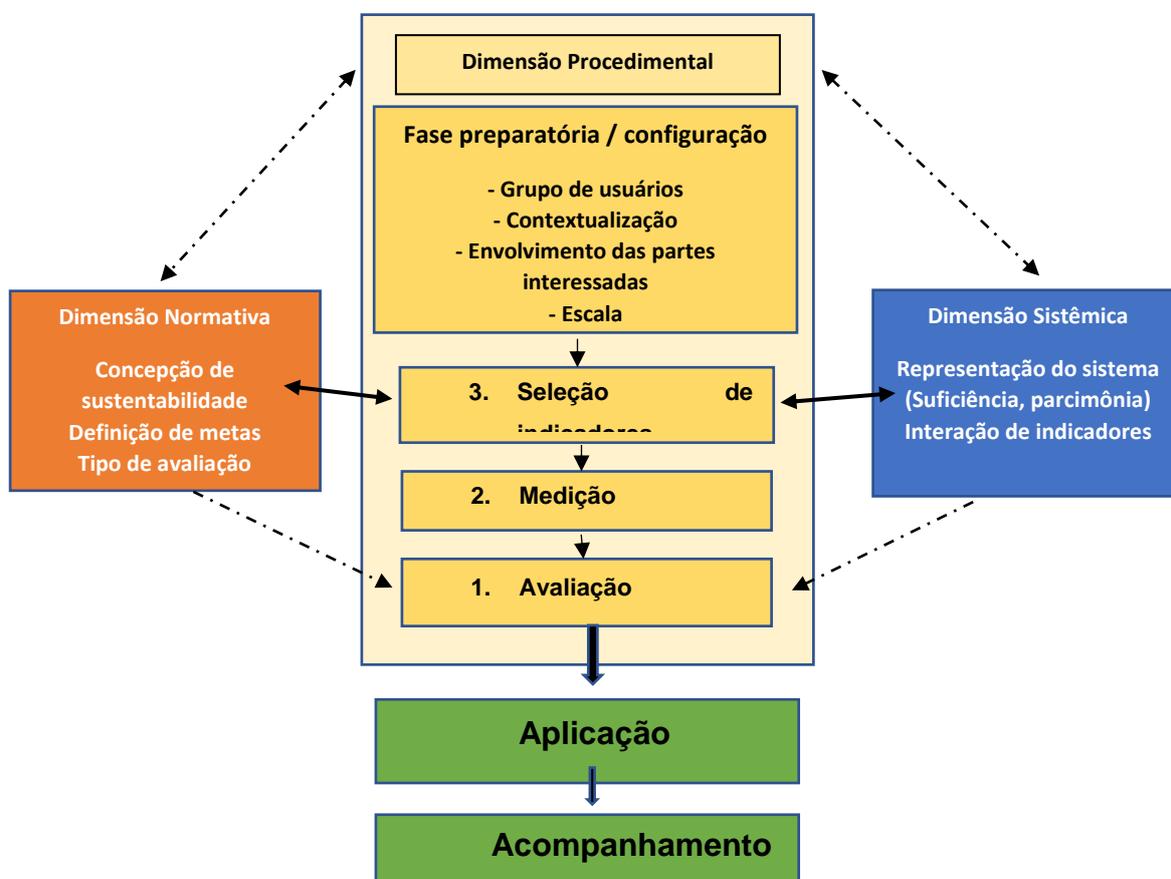
Outro estudo utilizando a ferramenta RISE foi feito pelos autores Hani *et al.* (2003) no Sul da Índia, onde o método foi aplicado em 13 fazendas produtoras de chá com a finalidade de destacar potenciais, deficiências críticas e possíveis riscos da produção. O RISE permitiu identificar pontos fortes e fracos em sustentabilidade, podendo ser diferenciados em cada propriedade estudada. Nos pontos fracos a ferramenta facilitou a implementação de medidas que visem práticas agrícolas específicas, bem como a melhoria das condições estruturais de forma alcançar um ambiente mais favorável para a produção sustentável, podendo melhorar a situação nos aspectos ecológicos, econômicos e sociais.

## 2.4 Dimensões de comparação entre ferramentas de análise de sustentabilidade

Nesta seção, são destacadas as dimensões utilizadas em 4 estudos de comparação de ferramentas de análise da sustentabilidade da propriedade agrícola. Esta seção tem por objetivo descrever a evolução das dimensões utilizadas pelos autores, destacar os aprimoramentos realizados por eles ao longo do tempo e ao final propor um *framework* com as dimensões a serem utilizadas na metodologia com vista a analisar comparativamente as ferramentas brasileiras, objetivo deste trabalho.

O primeiro estudo identificado foi o de Binder, Feola e Steinberger (2010) que analisaram, comparativamente, sete métodos de avaliação baseada em indicadores multidisciplinares. Binder, Feola e Steinberger (2010) utilizaram a três dimensões para a comparação dos métodos: uma normativa, uma sistêmica e outra procedimental, todas elas interligadas, conforme observado na Figura 18.

Figura 18 - A inter-relação das dimensões normativas, sistêmica e processual dentro do processo de avaliação



Fonte: Adaptado de Binder, Feola e Steinberger (2010)

A dimensão normativa considera três questões importantes: conceito de sustentabilidade subjacente, definição de metas e tipo de avaliação (referente a padrões regulatórios, metas, limites e intervalos), é essencial para que o sistema de tomada de decisão baseada em indicadores seja útil na sua aplicação e avaliação. É importante considerar que os conceitos normativos podem variar de acordo com a cultura e a sociedade de cada país.

A dimensão sistêmica desempenha um importante papel na seleção e desenho dos indicadores para a avaliação. Nessa dimensão, três questões devem ser consideradas: parcimônia (ser apresentado com a maior simplicidade possível), suficiência (com a complexidade necessária para o sucesso da avaliação) e interação do indicador, ou seja, os indicadores e suas relações devem representar as principais estruturas, processos e funções dos aspectos econômicos, ecológicos e sociais do sistema estudado.

A dimensão processual é composta por cinco etapas:

- a) fase preparatória ou de configuração, onde são definidos os elementos básicos da avaliação, o sistema e consideração, a escala de análise e os grupos de usuários. De acordo com Binder, Feola e Steinberger (2010) na fase preparatória, a dimensão processual, o grupo de usuários, as partes interessadas e o tipo de envolvimento são determinantes porque direcionam os aspectos normativos e sistêmicos;
- b) fase de seleção de indicadores, baseada nas características específicas do campo, fazenda ou região e os problemas existentes no sistema selecionado. Os autores consideram importantes os seguintes critérios na escolha dos indicadores: orientação para metas, representação do sistema e disponibilidade de dados. Esta fase está vinculada aos aspectos normativos e sistêmicos;
- c) fase de medição, está relacionada à quantidade dos indicadores e processos, podendo ser baseada em dados estatísticos, pesquisa ou dados qualitativos;
- d) fase avaliação, deve-se agregar e integrar os indicadores e o procedimento específico de avaliação, novamente os aspectos normativos e sistêmicos devem estar vinculados;

- e) fase de aplicação e acompanhamento, onde os resultados são relatados, os conselhos de gestão desenvolvidos e os indicadores monitorados ao longo do tempo.

O segundo estudo identificado foi o de Marchand *et al.* (2014), os quais compararam métodos complexos visando identificar as principais características das ferramentas que podem servir como critérios para suas escolhas. O estudo comparativo também foi feito através da estrutura de Binder, Feola e Steinberger (2010), cujo resultado está ilustrado no Quadro 5, podendo nele observar-se uma comparação das dimensões normativas (incluem características como conceito, forma de definição de metas, pontuação e método de agregação e função da ferramenta); dimensão sistêmicas (incluem características como parcimônia, suficiência, indicador e interação); dimensão procedimental, que se subdivide em fase preparatória, fase de seleção de indicadores, medição e de avaliação.

Entretanto, Marchand *et al.* (2014) incluíram na dimensão procedimental características extras na estrutura original de Binder, Feola e Steinberger (2010), sendo elas: na fase de medição (incluem características como correção de dados, disponibilidade de dados, facilidade de uso e compatibilidade) e na avaliação (incluem características como transparência, precisão de saída, complexidade, auxiliar de comunicação e eficácia). Os itens estão incluídos e destacados no (Quadro 6), assim como a análise comparativa de duas ferramentas integradas de avaliação de sustentabilidade baseadas em indicadores com base em uma estrutura adaptada de Binder, Feola e Steinberger (2010).

Quadro 6 - Análise comparativa de duas ferramentas integradas de avaliação de sustentabilidade baseadas em indicadores com base em uma estrutura adaptada de Binder, Feola e Steinberger (2010).

Dimensão	Estágio	Característica	MOTIFS	Ferramenta PG
Dimensão Normativa		Conceito	Conceito de sustentabilidade do relatório Brundtland (WCED 1987)	Oferecer um “bem público” além da simples produção de alimentos, ajustado aos aspectos de sustentabilidade relacionados à fazenda
		Forma de definição de metas	Combinação de processos transdisciplinares (visão e temas) e de cima para baixo (subtemas e indicadores)	Combinação de envolvimento das partes interessadas e de cima para baixo
			1. Método de pontuação com indicadores normalizados 2.	1. Método de pontuação com indicadores que variam entre 1 e 5

		Pontuação e Método de agregação	Agregação visual em um gráfico de radar adaptado, integrando 10 temas de sustentabilidade (aspectos ecológicos, econômicos e sociais + empreendedorismo) alores de referência quando disponíveis (dados qualitativos categorizados).	e em uma escala entre 0 e 100 com diferentes métodos de benchmark. 2. Agregação em 11 spurs, cobrindo as 3 dimensões (ecológica, econômica e social) em um diagrama de radar. Um gráfico de barras mostra as atividades em cada estímulo para apresentar informações mais detalhadas
		Função da ferramenta(†)	Função de monitoramento, comunicação, aprendizagem e gestão	Foco na função de comunicação / Aprendizagem
Dimensão Sistêmica		Parcimônia (tanto simplicidade como possível)	Nenhum objetivo claro, no entanto, evitar a contagem dupla indica parcimônia	Uma meta implícita, mantendo a fase de medição dentro de 4 horas
		Suficiência (tanto complexidade como necessário)	Uma meta implícita durante a fase de visão	Um objetivo por meio do fornecimento de informações detalhadas suficientes
		Indicador interação	Um objetivo claro, no entanto, ainda não implementado na ferramenta	Não é um objetivo
Dimensão procedimental	Fase preparatória		Preparando a coleta de dados e organizando grupos de discussão: contato com agricultores, consultores, especialistas	Organização de visitas individuais a fazendas por conselheiro
	Fase do indicador seleção		Ausente: um conjunto padrão de indicadores abordando os principais processos ambientais, econômicos e sociais	Ausente: um conjunto padrão de indicadores que abordam os principais processos ambientais, econômicos e sociais
	Estágio Medição (quantificação de indicadores: Dados estatísticos, pesquisas, ou categoriza do dados qualitativos)	Correção de dados (†)	Avaliado como alto	O conhecimento do fazendeiro pode ser menos preciso ou influenciado por percepções
		Disponibilidade de dados (+)	Dependendo do tempo e orçamento	Dados prontamente disponíveis, pouco tempo e requisitos de orçamento
		Facilidade de uso (†)	Planilhas Excel diferentes, demorado, procedimento bastante complicado, resultados difíceis de interpretar	Uma folha de excel, procedimento simples
		Compatibilidade (†)	Dependendo do sistema de contabilidade usado pelo agricultor	Raramente um problema
	Fase de avaliação (avaliação comparativa, agregação, integração)	Transparência (†)	Bastante baixo devido aos métodos de benchmarking e suposições integradas	Procedimento de pontuação simples e visível
	Aplicabilidade de resultados da avaliação e acompanhar	Precisão de saída (†)	Altamente valorizado por causa de indicadores baseados em especialistas e embasados cientificamente	Preocupação se uma mudança na prática de gestão está diretamente relacionada a uma mudança na sustentabilidade, resultando em desconfiança

		<b>Complexidade (†)</b>	Procedimento complexo, difícil apresentação dos resultados e, portanto, difícil de interpretar os resultados	Procedimento simples, apresentação diretos resultados
		<b>Auxiliar de comunicação (†)</b>	São necessárias reuniões extras de grupo de discussão para cumprir esta função	Com o uso da ferramenta, o agricultor e o consultor podem envolvê-los em uma discussão positiva
		<b>Eficácia (†)</b>	Dependendo da função que os usuários finais visam e da abordagem usada	Agricultor e conselheiro indicam a eficácia da ferramenta para a função de aprendizagem

Fonte: Adaptada de Marchand et al.(2014)

(†) Características extras adicionadas à estrutura original de Binder, Feola e Steinberger (2010)

O terceiro estudo identificado foi o De Olde *et al.* (2016), os quais compararam métodos de avaliação de sustentabilidade baseados em indicadores com o intuito de obter uma visão dos requisitos práticos, procedimentos e da complexidade envolvida na aplicação das ferramentas. Para comparar as ferramentas foi aplicada a estrutura de Marchand *et al.* (2014) adaptado de Binder, Feola e Steinberger (2010) conforme o Quadro 7 (DE OLDE *et al.*, 2016), definindo que nos processos de avaliação de sustentabilidade os aspectos se separam em normativos, sistêmicos e processuais.

Quadro 7 - Estrutura para comparar ferramentas de sustentabilidade.

Aspectos		Característica	Descrições
<b>Normativos</b>		Conceito de sustentabilidade	Conceito de sustentabilidade adotado
		Definição de metas	Como as metas foram definidas para a avaliação de sustentabilidade
		Método de pontuação e agregação	O método para avaliação do indicador, pesagem e agregação
		Função da ferramenta	A função, ou propósito da ferramenta
<b>Sistêmicos</b>		Simplicidade	É a simplicidade da representação do sistema um objetivo da Ferramenta
		Suficiência (Complexidade)	Suficiência da representação do sistema um objetivo da ferramenta
		Interação do indicador	É a interação entre os indicadores abordados na ferramenta

<b>Processuais</b>	Fase Preparatória		Requisitos de preparação	
	Fase de seleção dos indicadores		Possibilidade de seleção de indicadores	
	Fase de medição (quantificação dos indicadores)	Correção dos dados		A percepção do especialista sobre a correção dos dados fornecidos
		Disponibilidade dos dados		A disponibilidade dos dados necessários
		Facilidade de uso		A percepção do especialista sobre a facilidade de uso da ferramenta
		Compatibilidade		Até que ponto a ferramenta é compatível com os sistemas de dados existentes.
	Fase de Avaliação (agregação de indicadores)	Transparência		Transparência dos cálculos, pesagem e agregação da ferramenta.
		Precisão de saída		A percepção do usuário sobre a proximidade dos resultados com a realidade
		Complexidade		A complexidade dos procedimentos da ferramenta para apresentação e interpretação dos resultados
	Aplicabilidade dos resultados da avaliação e acompanhamento	Auxiliar de comunicação		Capacidade de usar a ferramenta como meio de comunicação para discutir sustentabilidade
Relevância (Eficácia)			Até que ponto a ferramenta é percebida pelos usuários como relevante para usar e implementar	

Fonte: Adaptado de De Olde *et al.* (2016)

Entretanto, De Olde *et al.* (2016) alteraram a nomenclatura na fase de avaliação de eficácia para relevância, pois consideram este conceito mais apropriado já que avalia a contribuição para o alcance de uma meta em vez da eficácia que pode ser definida como a produção de um resultado desejado. Para comparar a facilidade de uso, De Olde *et al.* (2016) dividiram em quatro aspectos: (1) compreensão da ferramenta, (2) trabalho com a ferramenta, (3) usabilidade para o agricultor e (4) necessidade de tempo.

O quarto estudo identificado foi o de Cândido *et al.* (2015), os quais não seguiram as dimensões de comparação originalmente propostas por Binder,

Feola e Steinberger (2010) e depois adaptado por Marchand *et al.* (2014) e também por De Olde *et al.* (2016). Cândido *et al.* (2015) adotaram os seguintes critérios: conceito de sustentabilidade, objetivos e público-alvo, flexibilidade e adaptabilidade, abordagem sistêmica e envolvimento de *stakeholders*, em cada um dos métodos analisados no Quadro 8.

Quadro 8 - Comparação entre os métodos IDEA e MESMIS.

<b>Crêterios de análise</b>	<b>MESMIS</b>	<b>IDEA</b>
Conceito de sustentabilidade	Construído por cada equipe de avalia�o a partir de 7 atributos da sustentabilidade agrícola: produtividade; estabilidade; confiabilidade; resiliência; adaptabilidade; equidade; e autogestão. Não há garantia de aderência entre indicadores e atributos da sustentabilidade.	Pré-definido e baseado em 3 conceitos-chave: viabilidade, habitabilidade e reproduzibilidade ambiental. Garantia de aderência entre indicadores e conceitos-chave.
Objetivos e público-alvo	Promover agroecossistemas camponeses alternativos, envolvendo os <i>stakeholders</i> relevantes no processo de avalia�o da sustentabilidade.  Realizar análises longitudinais e transversais em propriedades rurais.  Resultados da avalia�o, processos de leitura e de interpreta�o acessíveis aos públicos-alvo (gráficos radar ou ameba).	Fornecer ferramenta de auto avalia�o, que sensibilize agricultores e estudantes para a no�o de sustentabilidade.
Flexibilidade e adaptabilidade	Estrutura flexível e adequ�vel a diferentes níveis de informa�o e capacita�o técnica, se adaptando a diferentes contextos locais.	Estrutura rígida e padronizada, que não prevê, mas requer adapta�o a contextos locais.
Abordagem sistêmica	Propõe análises das intera�o es e <i>trade-offs</i> entre as dimensões técnica, econômica, social e ambiental.	Adota as dimensões agroambiental, socioterritorial e econômica, sem considerar intera�o es e <i>trade-offs</i> entre elas.
Envolvimento de <i>stakeholders</i>	<i>Stakeholders</i> relevantes envolvidos em todo processo de avalia�o: estabelecimento dos procedimentos de avalia�o (abordagem <i>bottom-up</i> ), aplica�o e monitoramento.	Agricultor, estudante e/ou técnico envolvidos na aplica�o e no monitoramento. Procedimentos de avalia�o pré-definidos por especialistas (abordagem <i>top-down</i> ).

Fonte: Cândido *et al.* (2015)

A partir da análise complementar dos quatro estudos descritos propõe-se uma estrutura de compara o de ferramentas de avalia o de sustentabilidade em propriedade agrícola baseada em indicadores.

A estrutura proposta compara aspectos normativos, sistêmicos e processuais conforme proposto por Binder, Feola e Steinberger (2010) originalmente, e os acréscimos de Marchand *et al.* (2014) e De Olde *et al.* (2016) com elementos complementares contendo algumas adaptações e melhorias, para o estudo em questão.

Nos aspectos normativos foram incluídas quatro características a serem analisadas:

- a) objetivo da ferramenta, que de acordo com Cândido *et al.* (2015) deve revelar preocupações diferentes, levando em consideração aspectos específicos, sem que isso implique em dar maior ou menor importância a um ou outro aspecto;
- b) público-alvo, já que na visão de Cândido *et al.* (2015) cada método é concebido visando um ou mais tipos de público-alvo, enfatizando que a aplicabilidade da ferramenta depende de sua adequação ao público-alvo em termos de resultados, processo de leitura e interpretação;
- c) níveis hierárquicos, de acordo com De Olde *et al.* (2016), ferramentas de avaliação de sustentabilidade com base em indicadores são geralmente estruturadas seguindo três ou quatro níveis hierárquicos, existindo uma ampla diversidade de terminologias para defini-los, os quais se subdividem em: (a) Dimensão, o pilar da sustentabilidade, o nível mais alto e geral; (b) Nível intermediário, que são as metas universais de sustentabilidade, seguido dos subtemas que em alguns casos, são mais explícitos do que os temas e finalizando; (c) Os indicadores, que são variáveis mensuráveis para avaliar o desempenho da sustentabilidade;
- d) a característica pontuação e método de agregação encontrado na estrutura de De Olde *et al.* (2016) foi dividida, no intuito de facilitar a visualização e entendimento da ferramenta.

Quadro 9 – Aspectos **NORMATIVOS** de comparação de ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedade agrícolas baseada em indicadores

<b>Característica</b>	<b>Descrições</b>	<b>Autor (es)</b>
Objetivo	Objetivo geral da ferramenta	(CÂNDIDO <i>et al.</i> , 2015)
Público-alvo	A quem interessa a ferramenta	(CÂNDIDO <i>et al.</i> , 2015)
Conceito de sustentabilidade	Conceito de sustentabilidade adotado	(BINDER; FEOLA; STEINBERGER, 2010) (CÂNDIDO <i>et al.</i> , 2015) (MARCHAND <i>et al.</i> , 2014) (DE OLDE <i>et al.</i> , 2016)
Origem das metas e indicadores	Como as metas foram definidas para a avaliação de sustentabilidade	(BINDER; FEOLA; STEINBERGER, 2010) (MARCHAND <i>et al.</i> , 2014) (DE OLDE <i>et al.</i> , 2016)
Níveis hierárquicos e indicadores	Níveis hierárquicos na avaliação da sustentabilidade.	(DE OLDE <i>et al.</i> , 2016)
Método de pontuação e agregação	O método de avaliação do indicador de agregação dos dados	(BINDER; FEOLA; STEINBERGER, 2010) (MARCHAND <i>et al.</i> , 2014) (DE OLDE <i>et al.</i> , 2016)
Função da ferramenta	O propósito da ferramenta	(MARCHAND <i>et al.</i> , 2014) (DE OLDE <i>et al.</i> , 2016)

Fonte: elaborado pela autora (2022)

Em relação aos aspectos sistêmicos foram seguidas as mesmas características analisadas pelos autores Binder, Feola e Steinberger (2010), Marchand *et al.* (2014) e De Olde *et al.* (2016).

Quadro 10 – Aspectos **SISTÊMICOS** de comparação de ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedade agrícolas baseada em indicadores

<b>Característica</b>	<b>Descrições</b>	<b>Autor (es)</b>
Suficiência (Complexidade e Parcimônia)	Uso de simplicidade no entendimento e representação da ferramenta e da complexibilidade necessária para sucesso da avaliação.	(BINDER; FEOLA; STEINBERGER, 2010) (MARCHAND <i>et al.</i> , 2014) (DE OLDE <i>et al.</i> , 2016)
Interação do indicador	Interação entre os indicadores abordados na ferramenta	(BINDER; FEOLA; STEINBERGER, 2010) (MARCHAND <i>et al.</i> , 2014) (DE OLDE <i>et al.</i> , 2016)

Fonte: elaborado pela autora (2022)

Em relação aos aspectos processuais também foram seguidas as mesmas características analisadas pelos autores Binder, Feola e Steinberger (2010), Marchand *et al.* (2014) e De Olde *et al.* (2016).

Quadro 11 - Aspectos processuais de comparação de ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedade agrícolas baseada em indicadores

Característica	Descrições		Autor (es)
Fase Preparatória		Requisitos de preparação	(BINDER; FEOLA; STEINBERGER, 2010)  (MARCHAND <i>et al.</i> , 2014)  (DE OLDE <i>et al.</i> , 2016)
Fase de seleção dos indicadores		Possibilidade de seleção de indicadores, baseada nas características e problemas específicos da propriedade e da região	(BINDER; FEOLA; STEINBERGER, 2010)  (MARCHAND <i>et al.</i> , 2014)  (DE OLDE <i>et al.</i> , 2016)
Fase de medição (quantificação dos indicadores)	Confiabilidade dos dados	A percepção do especialista sobre a correção dos dados fornecidos	(MARCHAND <i>et al.</i> , 2014)  (DE OLDE <i>et al.</i> , 2016)
	Disponibilidade dos dados	A disponibilidade dos dados necessários	(MARCHAND <i>et al.</i> , 2014)  (DE OLDE <i>et al.</i> , 2016)
	Facilidade de uso	A percepção do especialista sobre a facilidade de uso da ferramenta	(MARCHAND <i>et al.</i> , 2014)  (DE OLDE <i>et al.</i> , 2016)
	Compatibilidade	Até que ponto a ferramenta é compatível com os sistemas de dados existentes.	(MARCHAND <i>et al.</i> , 2014)  (DE OLDE <i>et al.</i> , 2016)
Fase de Avaliação (agregação de indicadores)	Transparência	Transparência dos cálculos, pesagem e agregação da ferramenta.	(MARCHAND <i>et al.</i> , 2014)  (DE OLDE <i>et al.</i> , 2016)
	Precisão de saída	A percepção do usuário sobre a proximidade dos resultados com a realidade	(MARCHAND <i>et al.</i> , 2014)  (DE OLDE <i>et al.</i> , 2016)
	Complexidade	A complexidade dos procedimentos da ferramenta para apresentação e interpretação dos resultados	(MARCHAND <i>et al.</i> , 2014)  (DE OLDE <i>et al.</i> , 2016)
Aplicabilidade dos resultados da	Auxiliar de comunicação	Capacidade de usar a ferramenta como meio de	(MARCHAND <i>et al.</i> , 2014)  (DE OLDE <i>et al.</i> , 2016)

avaliação e acompanhamento		comunicação para discutir sustentabilidade	
	Relevância (Eficácia)	Até que ponto a ferramenta é percebida pelos usuários como relevante para usar e implementar	(MARCHAND <i>et al.</i> , 2014) (DE OLDE <i>et al.</i> , 2016)

Fonte: elaborado pela autora (2022)

### **3 METODOLOGIA**

Nesta seção, será abordada a metodologia que será utilizada para a elaboração deste trabalho.

#### **3.1 Estratégia**

O estudo de caso é uma forma de realizar pesquisa nas ciências sociais, considerado por (YIN, 2015) como o mais utilizado deles. Investiga um fenômeno contemporâneo em seu contexto no mundo real, podendo incluir um caso único ou múltiplos casos, limitando-se a evidências quantitativas, constituindo-se em um método útil de avaliação.

De acordo com Prodanov e Freitas (2013), o método procedimental comparativo procede pela investigação de indivíduos, classes, fenômenos ou fatos, procurando ressaltar as diferenças e as similaridades entre eles, de modo a detectar semelhanças e explicar divergências.

Ao ocupar-se da explicação de fenômenos, permite analisar o dado concreto, deduzindo elementos constantes, abstratos ou gerais nele presentes. Algumas vezes, o método comparativo é visto como mais superficial em relação a outros. No entanto, existem situações em que seus procedimentos são desenvolvidos mediante rigoroso controle e seus resultados proporcionam elevado grau de generalização (PRODANOV; FREITAS, 2013).

O trabalho proposto pretende comparar métodos brasileiros de avaliação de sustentabilidade em propriedades agrícolas, usando para tal um estudo comparativo de casos.

#### **3.2 Definição do objeto de pesquisa**

Foram analisados três métodos nacionais de avaliação da sustentabilidade de propriedades agrícolas: o Sistema de avaliação de impactos ambientais de inovações tecnológicas agropecuárias Ambitec-Agro (RODRIGUES; KITAMURA, 2003), Sistema de Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de Atividades do Novo Rural - APOIA-Novorural (RODRIGUES;

CAMPANHOLA, 2003) e Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas - ISA (FERREIRA *et al.*, 2012) (Quadro 12)

Quadro 12 - Características gerais das ferramentas utilizadas.

Ferramenta	Nome Completo	Publicação	Origem	Ano	Instituição	Versão Usada
Ambitec-Agro	O Sistema de avaliação de impactos ambientais de inovações tecnológicas agropecuárias AMBITEC-Agro	(RODRIGUES; KITAMURA, 2003)	Brasil	2003	Embrapa	Ambitec-Agro_8.15
APOIA-NovoRural	Sistema de Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de Atividades do Novo Rural - APOIA-Novo Rural	(RODRIGUES; CAMPANHOLA, 2003)	Brasil	2003	Embrapa	
ISA	Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas - ISA	(FERREIRA <i>et al.</i> , 2012)	Brasil	2012	EPAMIG	

Fonte: elaborado pela autora (2022)

### 3.3 Procedimentos de coleta e análise de dados

Para atender o objetivo específico de analisar as diferenças e similaridades dos métodos brasileiros de avaliação da sustentabilidade em propriedades agrícolas foram realizadas três etapas metodológicas as quais foram: primeira etapa – Análise comparativa procedida pelo próprio pesquisador sobre os aspectos normativos, sistêmicos e processuais (parcial); segunda etapa – análise comparativa feita por especialistas do aspecto processual. Para atender o objetivo específico de analisar as vantagens e desvantagens dos métodos foram realizadas uma terceira etapa - discussão e conclusão dos dados. Cada uma dessas etapas é discutida a seguir.

#### 3.3.1 Primeira Etapa: Análise comparativa procedida pelo próprio pesquisador dos aspectos normativos, sistêmicos e processuais (parcial)

Para comparar as ferramentas, foi realizado uma análise comparativa entre os três métodos dos aspectos normativos, sistêmicas e processual (parcial), conforme descrito no Quadro 13.

Quadro 13 - Estrutura de análise comparativa dos métodos de avaliação da sustentabilidade de propriedades agrícolas: aspectos normativos, sistêmicos e processuais (parcial)

Aspectos		Característica	Descrições
Normativos		Objetivo	Objetivo geral da ferramenta
		Público-alvo	A quem interessa a ferramenta
		Conceito de sustentabilidade	Conceito de sustentabilidade adotado
		Origem das metas e indicadores	Como as metas foram definidas para a avaliação de sustentabilidade
		Níveis hierárquicos e Indicadores	Níveis hierárquicos na avaliação da sustentabilidade. Quais indicadores são avaliados?
		Método de pontuação e agregação	O método de avaliação do indicador de agregação dos dados
		Função da ferramenta	O propósito da ferramenta
Sistêmicos		Simplicidade	Uso de simplicidade no entendimento e representação da ferramenta
		Suficiência (Complexidade e Parcimônia)	Uso da complexibilidade necessária para sucesso da avaliação Interação entre os indicadores abordados na ferramenta
Processuais	Fase Preparatória		Requisitos de preparação
	Fase de seleção dos indicadores		Possibilidade de seleção de indicadores, baseada nas características e problemas específicos da propriedade e da região

Fonte: elaborado pela autora (2022)

O quadro 14 mostra os dados das ferramentas coletados nas principais publicações e manuais das seguintes ferramentas.

Quadro 14 – Documentos para coleta de dados

Ferramentas	Material
Ambitec-Agro	(RODRIGUES; KITAMURA, 2003)  (RODRIGUES; PIMENTA; CASARINI, 2016)  Planilha Excel site: <a href="http://www.cnpma.embrapa.br/forms/ambitec.php3">www.cnpma.embrapa.br/forms/ambitec.php3</a>
APOIA-NovoRural	(RODRIGUES; CAMPANHOLA, 2003)

	(RODRIGUES; PIMENTA; CASARINI, 2016) Planilha Excel site: <a href="http://www.cnpma.embrapa.br/forms/apoia.php">www.cnpma.embrapa.br/forms/apoia.php</a>
ISA	(FERREIRA <i>et al.</i> , 2012) Planilha Excel site: <a href="http://www.epamig.br/projeto-isa/">www.epamig.br/projeto-isa/</a>

Fonte: elaborado pela autora (2022)

### 3.3.2 Segunda Etapa – Análise comparativa com especialistas do aspecto processual

No aspecto processual foram analisadas a fase de medição: a confiabilidade dos dados, a disponibilidade de dados, a facilidade de uso e a compatibilidade; na fase de avaliação foi analisada a transparência, a precisão de saída e a complexibilidade e por fim, na fase de aplicabilidade dos resultados da avaliação e acompanhamento, o auxiliar de comunicação e a relevância (

Quadro 15).

Quadro 15 - Estrutura de análise comparativa dos métodos de avaliação da sustentabilidade de propriedades agrícolas: processuais (complementar)

	<b>Característica</b>	<b>Descrições</b>	<b>Pergunta</b>
Fase de medição (quantificação dos indicadores)	Confiabilidade dos dados	A percepção do especialista sobre a correção dos dados fornecidos	1 - Você considera que os dados coletados durante a entrevista condizem com a realidade?
	Disponibilidade dos dados	A disponibilidade dos dados necessários	2 - Os dados solicitados pela ferramenta são de fácil acesso?
	Facilidade de uso	A percepção do especialista sobre a facilidade de uso da ferramenta	3 - Você considera fácil a aplicação da ferramenta (software, questionários, planilhas e gráficos)?
	Compatibilidade	Até que ponto a ferramenta é compatível com os sistemas de dados disponibilizados.	4 - Os dados solicitados pela ferramenta são compatíveis com os dados disponíveis na propriedade agrícola?
Fase de Avaliação (agregação de indicadores)	Transparência	Transparência dos cálculos, pesagem e agregação da ferramenta.	5 - Há participação dos usuários nos processos de cálculo, pesagem e agregação da ferramenta?

	Precisão de saída	A percepção do usuário sobre a proximidade dos resultados com a realidade	6 - Os resultados da aplicação da ferramenta condizem com a realidade da propriedade agrícola em que foi aplicada?
	Complexidade	A complexidade dos procedimentos da ferramenta, apresentação e interpretação dos resultados	7 - A Ferramenta tem a complexidade necessária para o sucesso da avaliação? 8 - Os resultados obtidos pela ferramenta são de fácil entendimento do usuário?
Aplicabilidade dos resultados da avaliação e acompanhamento	Auxiliar de comunicação	Capacidade de usar a ferramenta como meio de comunicação para discutir sustentabilidade	9 - São feitas reuniões periódicas para avaliação e continuidade de ações voltadas a sustentabilidade?
	Relevância (Eficácia)	Até que ponto a ferramenta é percebida pelos usuários como relevante para usar e implementar	10 - O agricultor tem a percepção da importância da continuidade da aplicação dessa ferramenta?

Fonte: elaborado pela autora (2022)

A experiência dos especialistas foi coletada por meio de questionário (Quadro 15), fornecendo subsídios para a comparação dos aspectos processuais. Para avaliar as questões na entrevista foi utilizada escala *Likert*, com pontuação de 1 a 5 (1 – Discordo Totalmente, 2 – Discordo, 3 – Nem concordo e nem discordo, 4 – Concordo e 5 – Concordo totalmente), solicitando a cada entrevistado justificar a sua resposta em cada questão.

Para análise das ferramentas foram entrevistados especialistas nas ferramentas, os quais já fizeram aplicação das mesmas em propriedades agrícolas.

Quadro 16 - Lista de entrevistados

Entrevistado	Ferramenta analisada	Atuação
Entrevistado 1	APOIA-NovoRural Ambitec-Agro	Doutor em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Cerrados.
Entrevistado 2	Ambitec-Agro	Mestre em agronegócios pela Universidade de Brasília (UnB)

<b>Entrevistado 3</b>	Ambitec-Agro	Brasil Gap Comércio, Representações e Assessoria Agropecuária Ltda.
<b>Entrevistado 4</b>	APOIA-NovoRural	PhD em Nutrição de Plantas pela Universidade de Hohenheim-Stuttgart na Alemanha. Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Tabuleiros Costeiros
<b>Entrevistado 5</b>	APOIA-NovoRural	Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas. Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Clima Temperado.
<b>Entrevistado 6</b>	APOIA-NovoRural Ambitec-Agro	Ph.D. em Ecologia e Biologia Evolutiva pela Universidade de Cornell (Ithaca, NY, EUA). Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Meio Ambiente.
<b>Entrevistado 7</b>	ISA	Doutorado em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa. Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Milho e Sorgo.
<b>Entrevistado 8</b>	ISA	Doutor em Desenvolvimento Sustentável pela Wageningen University (2013). Analista da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Gado de Leite.
<b>Entrevista 9</b>	ISA	Mestrado em Agroecossistemas pela Universidade Federal de Santa Catarina (2005). Pesquisador em Agroecologia na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG.

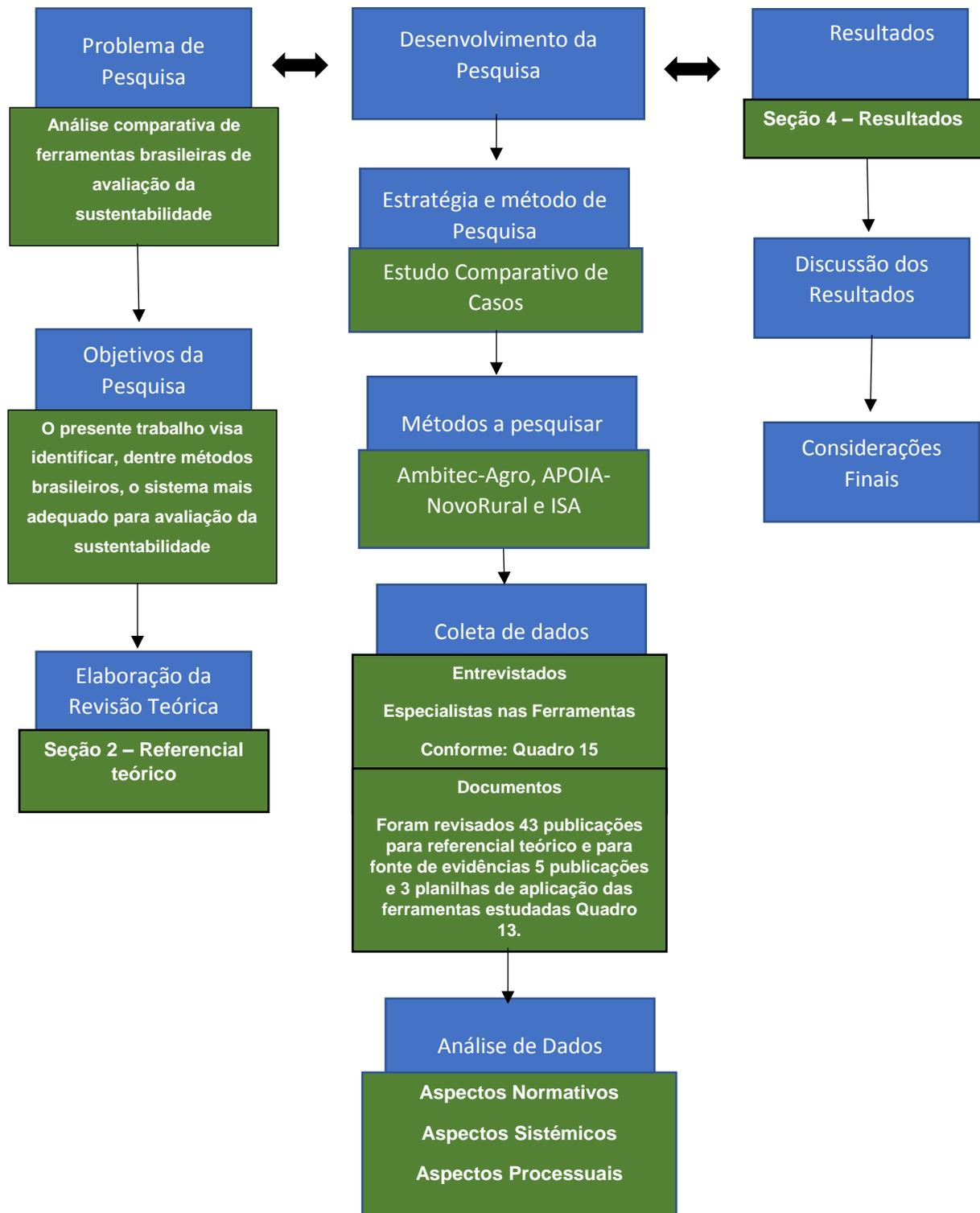
Fonte: elaborado pela autora (2022)

### 3.3.3 Terceira etapa – Discussão e conclusão de dados

Nesta etapa, são discutidos os resultados obtidos na pesquisa em questão e as conclusões.

### 3.4 Desenho da Pesquisa

Figura 19 - Desenho da Pesquisa



Fonte: elaborado pela autora (2022)

## 4 RESULTADOS

Atendendo a um dos objetivos da pesquisa de analisar comparativamente as ferramentas brasileiras de avaliação da sustentabilidade em propriedades agrícolas, são apresentados os resultados alcançados, divididos em duas etapas metodológicas.

### 4.1 Análise comparativa procedida pelo próprio pesquisador sobre os aspectos normativos, sistêmicos e processuais (parcial)

Nesta seção, foi feita a análise aspectos normativos, sistêmicos e processuais (parcial)

#### 4.1.1 Aspectos normativos

Na dimensão normativa foram comparadas as categorias: objetivo das ferramentas, público-alvo, origem das metas e indicadores, conceito de sustentabilidade, níveis hierárquicos, agregação dos dados, ponderação de indicadores e função da ferramenta. Cada uma delas são discutidos a seguir.

Os resultados obtidos quanto aos aspectos normativos das ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedades agrícolas baseada em indicadores, podem ser encontrados detalhadamente no Quadro 16.

Quanto ao **objetivo**, buscou-se avaliar a unidade de análise da ferramenta. As três ferramentas avaliam o impacto ambiental, mas se “diferenciam em relação à unidade de análise”. Segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA (1986): “Impacto ambiental é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente provocadas pelo sistema produtivo humano, com consequências nos biomas, na saúde, segurança e bem-estar da população”. (CONAMA, 1986, documento não paginado)

O sistema de Avaliação de Impactos Ambientais de Inovação Tecnológicas Agropecuárias - Ambitec-Agro objetiva avaliar mais especificamente as alterações promovidas pela adoção de determinada

tecnologia, que podem ser positivas ou negativas (RODRIGUES; KITAMURA, 2003; RODRIGUES; PIMENTA; CASARINI, 2016). Como exemplo de tecnologias avaliadas são citadas: (a) o estudo de caso do Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (LIMA *et al.*, 2014.) e (b) a análise de desempenho socioambiental da integração lavoura-pecuária-floresta na Unidade de Referência Tecnológica Sítio Nelson Guerreiro – Brotas (SP) (RODRIGUES *et al.*, 2015).

Já o sistema de “Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de Atividade do Novo Rural” (APOIA-NoroRural) tem como objetivo conhecer o impacto de certas “atividades” desenvolvidas na propriedade agrícola (RODRIGUES, CAMPANHOLA, 2003; RODRIGUES; PIMENTA; CASARINI, 2016), podemos citar os estudos (a) o desempenho ambiental do agroturismo (RAMOS FILHO *et al.*, 2004) e (b) a gestão ambiental de atividades rurais no polo de agricultura natural de Ipeúna – SP (DEMATTÊ FILHO *et al.*, 2014).

Por fim, a ferramenta Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas – ISA tem como objetivo avaliar a “propriedade como um todo”. Não faz nenhum recorte de análise, como nas ferramentas anteriores (tecnologia ou atividades) (FERREIRA *et al.*, 2012). Como exemplo de análise do todo da propriedade agrícola citam-se: (a) os Gestão Ambiental: o papel protagonista do produtor Rural (FERREIRA *et al.*, 2014) e (b) Indicadores de sustentabilidade em Agroecossistemas (ISA) (MACHADO; AUDINO, 2016).

Quadro 17 - Quadro comparativo dos aspectos Normativos das ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedade agrícolas baseada em indicadores.

Característica	Ambitec-Agro	Fontes de Evidências	APOIA-NovoRural	Fontes de Evidências	ISA	Fontes de Evidências
<b>Objetivo</b>	Avaliação das alterações nos impactos de uma “inovação tecnológica” aplicada na propriedade agrícola	p. 31 (RODRIGUES; KITAMURA, 2003)  p. 11 (RODRIGUES; PIMENTA; CASARINI, 2016)	Avaliação do Impacto de uma “atividade agropecuária” praticada na propriedade agrícola	p. 2 e 3 (RODRIGUES; CAMPANHOLA, 2003)  p. 12 (RODRIGUES; PIMENTA; CASARINI, 2016)	Avaliar os impactos ambientais da “propriedade agrícola como um todo”.	p.2 e 3 (FERREIRA et al., 2012)
<b>Público-alvo</b>	Produtores rurais, Gestores de políticas de fomento agrícola, e desenvolvimento rural Consumidores	p. 5 (RODRIGUES; PIMENTA; CASARINI, 2016)  Aba “Referência” da planilha do Excel Ambitec-Agro 8.15	Produtores rurais, Gestores de políticas de fomento agrícola, e desenvolvimento rural Consumidores	p. 5 (RODRIGUES; PIMENTA; CASARINI, 2016)	Produtor rurais, Gestores de políticas de fomento agrícola, e desenvolvimento rural.	p.3 e 4 (FERREIRA et al., 2012)
<b>Conceito de sustentabilidade</b>	Atende ao <i>triple botton line</i> . Ênfase na dimensão Ambiental Segunda maior ênfase dimensão Social Menor ênfase a dimensão Econômica	(ELKINGTON J, 1997). (RODRIGUES; KITAMURA, 2003)	Atende ao <i>triple botton line</i> . Ênfase na dimensão Ambiental Igualdade na ênfase dada as a dimensão Social e Econômica	(ELKINGTON J, 1997). (RODRIGUES, CAMPANHOLA, 2003)	Atende ao <i>triple botton line</i> . Ênfase na dimensão Ambiental Igualdade na ênfase dada as a dimensão Social e Econômica	(ELKINGTON J, 1997). FERREIRA et al., 2012)
<b>Origem das metas e indicadores</b>	<b>Elaboração</b> Por meio das partes interessadas, Especialistas e Revisão da literatura.  <b>Aplicação</b> Os indicadores não partem de uma meta pré-estabelecida.  A ferramenta avalia as alterações ocorridas num determinado tempo.  Os indicadores estão todos pré-estabelecidos na ferramenta.	p. 23 a 31 (RODRIGUES; KITAMURA, 2003)	<b>Elaboração</b> Por meio das partes interessadas, Especialistas e Revisão da literatura.  <b>Aplicação</b> Os indicadores não partem de uma meta pré-estabelecida  Os dados de cada um dos indicadores são coletados na propriedade e transformados numa função de utilidade, que resulta num índice entre 0 e 1. Adota um baseline de 0.7  Os indicadores estão todos pré-estabelecidos na ferramenta	p. 2 (RODRIGUES, CAMPANHOLA, 2003)	<b>Elaboração</b> Especialistas e Revisão da literatura.  <b>Aplicação</b> Os indicadores não partem de uma meta pré-estabelecida  Os dados de cada um dos indicadores são coletados na propriedade e transformado numa função de utilidade, que resulta num índice entre 0 e 1. Adota um baseline de 0.7 Os indicadores estão todos pré-estabelecidos na ferramenta	p.3 (FERREIRA et al., 2012)

<p><b>Níveis hierárquicos e Indicadores</b></p>	<p>3 níveis de agregação</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>7 dimensões,</li> <li>27 critérios</li> <li>148 indicadores</li> </ul>	<p>p.33 (RODRIGUES; KITAMURA, 2003)</p> <p>Aba "Referência" da planilha do Excel Ambitec-Agro_8.15 (Figura 1)</p> <p>p.33 (RODRIGUES; KITAMURA, 2003)</p> <p>p. 13 e 14 (RODRIGUES; PIMENTA; CASARINI, 2016)</p> <p>Aba "Referência" da planilha do Excel Ambitec-Agro_8.15</p>	<p>3 níveis de agregação</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>5 Dimensões</li> <li>4 critérios específicos para a dimensão critério de qualidade dos compartimentos ambientais</li> <li>62 Indicadores</li> </ul>	<p>p. 2 a 4 (RODRIGUES, CAMPANHOLA, 2003)</p> <p>p. 2 e 3 (RODRIGUES; PIMENTA; CASARINI, 2016)</p> <p>Aba "referência" da planilha do Excel de aplicação da ferramenta.(Figura 2)</p> <p>p. 4 (RODRIGUES, CAMPANHOLA, 2003)</p> <p>p. 15 e 16 (RODRIGUES; PIMENTA; CASARINI, 2016)</p> <p>Aba "Referência" da planilha do Excel de aplicação da ferramenta.</p>	<p>2 níveis de agregação</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>7 dimensões</li> <li>23 indicadores</li> </ul>	<p>p.3 e 4 (FERREIRA et al., 2012)</p> <p>Aba "Guia de aplicação" da planilha de aplicação da ferramenta (Figura 3)</p> <p>p.4 (FERREIRA et al., 2012)</p> <p>Aba "Guia de aplicação" da planilha de aplicação da ferramenta</p>
<p><b>Método de pontuação agregação</b></p>	<p>Utiliza uma planilha eletrônica do Excel. Indicadores ponderados dentro do critério Critério ponderado Índice <math>\pm</math> 15 Gráfico Barras</p>	<p>p.34 a 38 (RODRIGUES; KITAMURA, 2003)</p> <p>p. 13 e 14 (RODRIGUES; PIMENTA; CASARINI, 2016)</p> <p>Aba "Referência" da planilha do Excel Ambitec-Agro_8.15</p>	<p>Utiliza uma planilha eletrônica do Excel. Indicadores ponderados dentro da dimensão Dimensão ponderado Índices 0 a 1 Gráfico Radar</p>	<p>p. 4 (RODRIGUES, CAMPANHOLA, 2003)</p> <p>p. 15 e 16 (RODRIGUES; PIMENTA; CASARINI, 2016)</p> <p>Aba "Referência" da planilha do Excel de aplicação da ferramenta.</p>	<p>Utiliza uma planilha eletrônica do Excel. Índice 0 a 1 Gráfico Radar</p>	<p>p.5 a 8 (FERREIRA et al., 2012)</p> <p>Aba "Guia de aplicação" da planilha de aplicação da ferramenta</p> <p>Aba "Formulas" da planilha de aplicação da ferramenta</p>
<p><b>Função da ferramenta</b></p>	<p>Diagnóstico</p>	<p>(RODRIGUES; KITAMURA, 2003)</p> <p>(RODRIGUES; PIMENTA; CASARINI, 2016)</p> <p>Aba "Referência" da planilha do Excel Ambitec-Agro_8.15</p>	<p>Diagnóstico</p>	<p>(RODRIGUES, CAMPANHOLA, 2003)</p> <p>(RODRIGUES; PIMENTA; CASARINI, 2016)</p> <p>Aba "Referência" da planilha do Excel de aplicação da ferramenta</p>	<p>Diagnóstico Implementação</p>	<p>(FERREIRA et al., 2012)</p> <p>Aba "Guia de aplicação" da planilha de aplicação da ferramenta</p> <p>Aba "Formulas" da planilha de aplicação da ferramenta</p>

Fonte: elaborada pela autora (2022).

Em relação ao **público-alvo** das ferramentas estudadas todas se assemelham, (Quadra 17) dando ênfase aos produtores rurais e gestores públicos, de fomento agrícola e desenvolvimento rural. As ferramentas Ambitec-Agro e APOIA-NovoRural ainda consideram como público-alvo os consumidores. (RODRIGUES; PIMENTA; CASARINI, 2016).

Em relação a categoria **conceito de sustentabilidade**, buscou-se analisar as dimensões do *triple botton line* ou tripé da sustentabilidade, um conceito de gestão sustentável criado em 1990 por John Elkington que tem como objetivo ampliar a visão de sucesso para além do resultado financeiro, unindo a esse primeiro mais dois pilares essenciais: o desenvolvimento ambiental e o social (ELKINGTON, 1997). Todas as ferramentas estudadas realizam a avaliação do impacto ambiental nas três dimensões da sustentabilidade: social, econômica e ambiental, entretanto com “diferentes ênfases” (Quadro 17).

A ferramenta Ambietc-Agro (Quadro 18) utiliza 27 critérios divididos em 148 indicadores. Dá maior ênfase a dimensão ambiental (77 indicadores), seguida pela dimensão social (54 indicadores) e menor ênfase a dimensão econômica (17 indicadores)

Quadro 18 - Classificação dos indicadores da Ferramenta Ambitec-Agro nas dimensões da sustentabilidade

Ambitec-Agro					
AMBIENTAL		SOCIAL		ECONÔMICO	
1	Produtividade por unidade de área	1	Integração cultural entre os colaboradores e familiares	1	Segurança
2	Prevenção de incêndios	2	Engajamento em movimentos sociais	2	Estabilidade
3	Estoque de carbono	3	Conservação do patrimônio histórico / artístico / cultural	3	Distribuição
4	Biodiversidade produtiva	4	Captação de demandas da comunidade	4	Diversidade de fontes de renda
5	Competição com produção de alimentos	5	Projetos de extensão comunitária / educação ambiental	5	Montante
6	Pressão de deslocamento sobre áreas não agrícolas	6	Programas de transferência de conhecimentos e tecnologias	6	Investimento em benefícios
7	Competição pela propriedade da terra	7	Local de curta duração	7	Conservação dos recursos naturais
8	Interferência sobre a posse e uso pelas comunidades locais	8	Especialização	8	Preços de produtos e serviços
9	Água para irrigação	9	Educação formal	9	Conformidade com legislação
10	Água para processamento	10	Básico	10	Infra-estrutura/Política tributária, etc
11	Comprometimento do uso por contaminação	11	Técnico	11	Venda direta/antecipada/cooperada

12	Uso além disponibilidade temporária	12	Superior	12	Processamento local
13	Comprometimento da captação/armazenamento	13	Braçal	13	Armazenamento local
14	Pesticidas – Frequência de aplicação	14	Braçal especializado	14	Transporte próprio
15	Pesticidas – variedade de ingredientes ativos	15	Técnico médio	15	Propaganda-Marca própria
16	Pesticidas – Toxicidade	16	Técnico superior	16	Encadeamento com produtos/atividades/serviços anteriores
17	Fertilizantes – Adubos químicos	17	Temporário	17	Cooperação com outros produtores locais
18	Fertilizantes Condicionadores de solo	18	Permanente		
19	Produtos veterinários	19	Parceiro/Meeiro		
20	Feno, silagem, forragem	20	Familiar		
21	Rações e suplementos	21	Prevenção do trabalho infantil		
22	Matérias – primas básicas	22	Prevenção de jornada		
23	Matérias – primas para processos	23	Registro		
24	Aditivos Agroindustriais	24	Contribuição previdenciária		
25	Combustíveis fósseis,	25	Auxílio moradia		
26	Biocombustíveis,	26	Auxílio alimentação		
27	Biomassa	27	Auxílio transporte		
28	Eletricidade	28	Auxílio saúde		
29	Geração motriz ou elétrica	29	Oportunidade de envolvimento e valorização da participação das mulheres		
30	Aproveitamento térmico	30	Emancipação e reconhecimento das escolhas das mulheres		
31	Adubo orgânico/esterco/estrupe/compostagem	31	Recompensa equitativa das atividades produtivas das mulheres		
32	Adubo verde/fixação biológica N/ inoculação micorrízica	32	Oportunidade de envolvimento e valorização da participação dos jovens e idosos		
33	Controle biológico/ manejo ecológico de pragas e doenças	33	Emancipação e reconhecimento das escolhas dos jovens e idosos		
34	Gases de efeito estufa	34	Recompensa equitativa das atividades produtivas dos jovens		
35	Material particulado/Fumaça	35	Equidade de oportunidades entre etnias		
36	Odores	36	Respeito mútuo e valorização cultural		
37	Ruídos	37	Periculosidade		
38	Erosão	38	Ruído		
39	Perda de matéria orgânica	39	Vibração		
40	Perda de nutrientes	40	Calor/Frio/Umididade		
41	Compactação	41	Acidentes ergonômicos		
42	Carga orgânica	42	Agentes químicos		
43	Turbidez	43	Agentes biológicos		
44	Espuma/Óleos/Resíduos sólidos	44	Capacitação dirigida à atividade		
45	Exposição a contaminação direta/indireta por agrotóxicos	45	Horas de permanência no estabelecimento		
46	Assoreamento de corpos d'água	46	Engajamento familiar		

47	Vegetação nativa	47	Uso de sistema contábil
48	Fauna silvestre	48	Modelo formal de planejamento
49	Espécies/variedades	49	Sistema de certificação/Rotulagem
50	Solos degradados	50	Utilização de assistência técnica
51	Ecossistemas degradados	51	Associativismo/Cooperativismo
52	APP	52	Filiação tecnológica nominal
53	Reserva Legal	53	Utilização de assessoria legal/vistoria
54	Redução de resíduos químicos	54	Idoneidade dos fornecedores de insumos
55	Redução de contaminantes biológicos		
56	Procedimentos de pós-colheita		
57	Disponibilidade de fontes de insumos		
58	Acesso a água, alimentos e suplementos de qualidade		
59	Conforto térmico e salubridade dos ambientes de manejo		
60	Lotação adequada nas instalações e áreas externas		
61	Lotação adequada nas instalações e áreas externas		
62	Condições p/expressar comportamentos naturais da espécie		
63	Ações que minimizem o sofrimento, o estresse e a dor		
64	Conduta ética de manejo, descarte e pré-abate/abate		
65	Garantia da produção		
66	Qualidade de alimento		
67	Qualidade nutricional do alimento		
68	Coleta seletiva		
69	Compostagem		
70	Disposição sanitária		
71	Reaproveitamento		
72	Destinação ou tratamento final		
73	Armazenamento		
74	Calibração e verificação de equipamentos		
75	Utilização de equipamentos de proteção individual		
76	Disposição final adequada de recipientes e embalagens		
77	Registro dos tratamentos		

Fonte: elaborada pela autora (2022).

A ferramenta ISA conta com 23 indicadores (Quadro 19) dá maior ênfase a dimensão ambiental (13 indicadores) e ênfase equivalente para as dimensões Sociais (5 indicadores) e Econômica (5 indicadores).

Quadro 19 - Classificação dos indicadores da Ferramenta ISA nas dimensões da sustentabilidade.

ISA					
AMBIENTAL		SOCIAL		ECONÔMICO	
1	Gerenciamento de resíduos e efluentes	1	Serviços básicos disponíveis	1	Produtividade e preço de venda apurados
2	Segurança do trabalho e gestão do uso de agrotóxicos e produtos veterinários	2	Segurança alimentar no entorno das residências	2	Perfil e diversificação da renda
3	Fertilidade do solo	3	Escolaridade/Cursos direcionados às atividades agrossilvipastoris	3	Evolução patrimonial
4	Qualidade da água superficial	4	Qualidade da ocupação e do emprego gerado	4	Grau de endividamento
5	Qualidade da água subterrânea	5	Gestão da informação	5	Gestão do empreendimento
6	Risco de contaminação da água por agrotóxicos				
7	Áreas com solo em estágio de degradação				
8	Grau de adoção de práticas conservacionistas				
9	Estado de conservação de estradas internas e externas				
10	Vegetação nativa – fitofisionomias e estado de conservação				
11	Áreas de Preservação Permanentes (APPs)				
12	Reserva Legal (RL)				
13	Diversificação da paisagem agrícola				

Fonte: elaborada pela autora (2022).

Já a ferramenta APOIA-NovoRural (Quadro 20) adota 5 critérios de abordagem multiatributos contendo 62 indicadores. Também dá maior ênfase a dimensão ambiental (45 indicadores), e ênfase semelhante para as dimensões social (9 indicadores) e econômica (8 indicadores).

Quadro 20 - Classificação dos indicadores da Ferramenta APOIA-NovoRural nas dimensões da sustentabilidade.

APOIA-NovoRural					
AMBIENTAL		SOCIAL		ECONÔMICO	
1	Fisionomia e conservação dos habitats naturais	1	Acesso à educação	1	Renda líquida do estabelecimento

2	Diversidade e condições de manejo das áreas de produção	2	Acesso a serviços básicos	2	Diversidade de fontes de renda
3	Diversidade e condições de manejo das atividades confinadas (agrícolas/não-agrícolas e de confinamento animal)	3	Padrão de consumo	3	Distribuição de renda
4	Cumprimento com requerimento da reserva legal	4	Acesso a esporte e lazer	4	Nível de endividamento corrente
5	Cumprimento com requerimento de áreas de preservação permanente	5	Conservação do patrimônio histórico, artístico, arqueológico e espeleológico	5	Valor da propriedade
6	Corredores de fauna	6	Qualidade do emprego	6	Qualidade da moradia
7	Diversidade da paisagem	7	Segurança e saúde ocupacional	7	Condição de comercialização
8	Diversidade produtiva	8	Oportunidade de emprego local qualificado	8	Dedicação e perfil do responsável
9	Regeneração de áreas degradadas	9	Relacionamento institucional		
10	Incidência de focos de doenças endêmicas				
11	Risco de extinção de espécies ameaçadas				
12	Risco de incêndio				
13	Risco geotécnico				
14	Partículas em suspensão/fumaça				
15	Odores				
16	Ruídos				
17	Óxido de carbono				
18	Óxido de enxofre				
19	Óxido de nitrogênio				
20	Hidrocarbonetos				
21	Oxigênio dissolvido				
22	Coliformes fecais				
23	DBO				
24	pH				
25	Nitrato				
26	Fosfato				

27	Sólidos totais
28	Clorofila
29	Condutividade
30	Poluição visual da água
31	Impacto potencial de pesticidas
32	Coliformes fecais
33	Nitrato
34	Condutividade
35	Matéria orgânica
36	pH
37	P resina
38	K trocável
39	Mg (e Ca) trocável
40	Acidez potencial (H+Al)
41	Soma de bases
42	Capacidade de troca catiônica
43	Volume de bases
44	Potencial de erosão
45	Reciclagem de resíduos

Fonte: elaborada pela autora (2022).

Em síntese, em relação a categoria **conceito de sustentabilidade** (Quadro 17), todas são semelhantes, pois realizam a avaliação do impacto ambiental nas três dimensões da sustentabilidade: social, econômica e ambiental, entretanto com “diferentes ênfases”.

A análise do quesito **origem das metas das ferramentas e dos indicadores** (Quadro 17) foi dividido em duas partes: **origem dos indicadores e aplicação da ferramenta**. Em relação a origem dos indicadores, as três apresentam “são semelhantes”, incluindo a participação de especialistas e utilizando a literatura disponível para fundamentar e elaborar os procedimentos eleitos, tendo as ferramentas APOIA-NovoRural e Ambitec-Agro envolvido no estabelecimento das metas também as partes interessadas no processo, o aplicador da ferramenta e o interessado na sua aplicação.

Na fase de aplicação das ferramentas, em todas elas os indicadores estão todos pré-estabelecidos. Em nenhum dos métodos estudados existe a possibilidade de inclusão de algum indicador que não se encontre pré-estabelecido. O especialista 9 informou que não considerar especificidades locais é o propósito da ferramenta ISA, a fim de permitir uma padronização do sistema de aferição da sustentabilidade, e, com isto, ter replicabilidade. (Especialista 9).

Na fase de aplicação, a ferramenta Ambitec-Agro se diferencia das ferramentas APOIA-NovoRural e ISA. A ferramenta Ambitec- Agro mede as alterações ocorridas num determinado tempo, resultando imediatamente numa comparação e indicando uma melhora ou piora pelo uso da tecnologia. Enquanto as duas outras medem os valores absolutos e são transformados os dados de cada um dos indicadores numa função de utilidade, que resulta num índice entre 0 e 1 (RODRIGUES; KITAMURA, 2003; RODRIGUES; PIMENTA; CASARINI, 2016).

Em relação as metas dos indicadores, a ferramenta APOIA-NovoRural e no ISA adotam um *baseline* de 0.7, sendo um diferencial do método Ambitec-Agro avaliar as alterações ocorridas num determinado tempo (RODRIGUES,CAMPANHOLA, 2003; RODRIGUES; PIMENTA; CASARINI, 2016).

Em síntese, em relação a **origem dos indicadores** (Quadro 17), as três ferramentas são semelhantes, pois utilizam de indicadores pré-estabelecidos, os quais não levam em consideração os aspectos contextuais da propriedade agrícola a ser analisada. A fonte dos indicadores também é semelhante incluindo a participação de especialistas e utilizando a literatura disponível para fundamentar e elaborar os procedimentos eleitos, tendo as ferramentas APOIA-NovoRural e Ambitec-Agro envolvido no estabelecimento das metas também as partes interessadas no processo, o aplicador da ferramenta e o interessado na sua aplicação.

Sobre os **níveis hierárquicos** (Quadro 17), a ferramenta Ambitec-Agro, assim como a ferramenta APOIA-NovoRural possuem 3 níveis de agregação. Entretanto, a Ferramenta Ambitec-Agro possui o maior número de indicadores (148) em relação ao número de indicadores da ferramenta Apoia Novo Rural (62) conforme observado nos Quadros 18 e 20. A ferramenta ISA apresenta menor

número de níveis de agregação (2) e de indicadores (23), sinalizados no Quadro 19.

Em relação a agregação dos dados (Quadro 17) buscou-se avaliar se elas geram índices de sustentabilidade ou não. A Ambitec-Agro utiliza uma Planilha multicritério onde cada indicador é avaliado entre -3 (impacto negativo) e 3 (Impacto positivo), ponderado pelo peso de cada indicador e também pela abrangência do impacto (1, 2 e 5, respectivamente para pontual, local e entorno). Os pesos relativos dos indicadores nos 27 critérios podem ser alterados pelo usuário do sistema de acordo com necessidades do contexto em análise, desde que o total seja igual à unidade (=1) em cada um dos critérios. O resultado é apresentado através de um gráfico de colunas, gerando um índice que varia entre - 15 (máximo decréscimo = diminuição do impacto) a + 15 (máximo acréscimo = aumento do impacto). Os critérios (agregação dos indicadores) não podem ser ponderados (RODRIGUES; KITAMURA, 2003; RODRIGUES; PIMENTA; CASARINI, 2016).

No APOIA-NovoRural há duas ponderações com valores fixos: 1) uma de severidade do impacto, com escala variável, mas com ponderações fixas, os quais somam 1; 2) e outra de abrangência (0: inalterado; 0,25: pontual; 0,50: local; 0,75: entorno; 1,00: regional). As alterações provocadas pela atividade podem ser medidas por valores absolutos de cada indicador (antes e depois da atividade), os quais são transformados para uma função de valor que o relaciona a performance ambiental da atividade em uma escala de utilidade que varia de 0 a 1, com o valor da linha de base de conformidade ambiental padronizado em 0,7. Os critérios (agregação dos indicadores) não podem ser ponderados (RODRIGUES, CAMPANHOLA, 2003; RODRIGUES; PIMENTA; CASARINI, 2016).

A ferramenta ISA, não utiliza ponderação para seus indicadores. Todos têm a mesma ponderação. Para cada indicador é gerado um índice que varia de 0 a 1, obtido a partir de funções que atribuem valor às variáveis, comparando o valor aferido no estabelecimento com o valor de referência, utilizando-se fatores de ponderação para cada parâmetro avaliado. O valor 0,7 é considerado como a linha de base ou limiar de sustentabilidade. O sistema gera automaticamente um índice final a partir da média aritmética simples das notas atribuídas aos 23

indicadores. O sistema de avaliação permite a geração automática de tabelas e um gráfico radar agregando os indicadores em temas (FERREIRA *et al.*, 2012).

Em síntese, em relação à **agregação dos dados** (Quadro 17), a ferramenta Ambitec-Agro se diferencia das ferramentas APOIA-NovoRural e ISA. Na primeira, o resultado é apresentado através de um gráfico de colunas, gerando um índice que varia entre - 15 (máximo decréscimo = diminuição do impacto) a + 15 (máximo acréscimo = aumento do impacto). As últimas duas, a performance do desenvolvimento sustentável é apresentada numa escala de utilidade que varia de 0 a 1, com o valor da linha de base de conformidade ambiental padronizado em 0,7.

Ainda em relação a agregação dos dados, mas quanto a possibilidade de comparação ao longo do tempo dos indicadores, a ferramenta Ambitec-Agro se diferencia, pois, essa ferramenta foi elaborada especificamente para analisar as alterações ocorridas num determinado tempo, resultando imediatamente numa comparação e indicando uma melhora ou piora pelo uso da tecnologia analisada. As outras duas apresentam seus resultados exclusivamente num determinado ponto do tempo e adotam um *baseline* de 0.7 para indicar se o indicador está num limite sustentável ou não. A comparação ao longo do tempo das Ferramentas APOIA-NovoRural e ISA exigem duas medidas para que se possa fazer uma comparação entre dois pontos diferentes no tempo.

Em relação a **função da ferramenta** (Quadro 17), buscou-se analisá-la em quatro funções proposta de um sistema de gestão ambiental, que de acordo com Barbieri (2012) são: planejamento, organização, implementação e controle.

As três ferramentas estudadas têm por objetivo gerar um diagnóstico, entretanto a ferramenta ISA se diferencia das demais pois possibilita também a proposição de “planos de ação”.

A ferramenta ISA conta com uma planilha de “diagnóstico” e uma de “elaboração de planos de ação”, encontrada na planilha de excel de aplicação da ferramenta, chamada de plano de adequação, elaborada por um técnico, contendo proposições e um período para serem executadas, permitindo um controle diante do diagnóstico resultante. Possibilita ao produtor rural que adotar ações que levem seu imóvel rural pelo caminho da sustentabilidade. Recomenda-se que a avaliação seja realizada com periodicidade para que se tenha comparativos de melhora ou piora nos indicadores analisados.

O APOIA-NovoRural produz um Relatório de “diagnóstico” emitido para o agricultor na conclusão de todas as avaliações. Os resultados combinados de acordo com as dimensões integradas (ecológica, econômica, sociocultural) fornecem aos tomadores de decisão uma visão geral dos efeitos, positivos e negativos, da atividade rural no desenvolvimento sustentável local, facilitando a seleção e recomendação de políticas de incentivo ou medidas de controle. Os autores da ferramenta ressaltam a importância do controle das ações recomendadas podendo contribuir para uma melhor orientação e monitoramento que visem o desenvolvimento local sustentável.

O sistema Ambietc-Agro gera uma planilha de “diagnóstico” o qual é sintetizada num índice resultante de uma AIA (Avaliação do Impacto ambiental) tendo como sua última etapa do processo a interpretação desses índices e indicação de alternativas de manejo e de tecnologias que permitam minimizar os impactos negativos e potencializar os impactos positivos, contribuindo para seu monitoramento e desenvolvimento local sustentável.

Uma síntese geral da comparação das ferramentas em relação as categorias da dimensão normativa são apresentadas no Quadro 21.

Quadro 21 - Síntese das semelhanças e diferenças dos aspectos normativos

<b>Categoria de comparação</b>	<b>Comparação entre as ferramentas</b>
Objetivo - Impacto ambiental	Semelhantes
Objetivo - Unidade de análise	Diferentes
Público Alvo	Semelhantes
Origem das metas e indicadores	Semelhantes
Conceito de sustentabilidade	Semelhantes na análise do <i>triple botton line</i> , mas diferentes nas ênfases.
Níveis hierárquicos	Semelhantes quando a presença de mais de um nível hierárquico
Agregação dos dados	Diferentes
Possibilidade de ponderar os indicadores	Diferentes
Função da ferramenta	Semelhantes, mas a ISA possibilita a proposição de planos na própria ferramenta.

Fonte: elaborado pela autora (2022).

#### 4.1.2 Aspectos Sistêmicos

Na dimensão sistêmica duas categorias foram comparadas, os quais foram: complexidade e interação entre os indicadores. Essas duas categorias são discutidas a seguir.

Em seus aspectos sistêmicos, admite-se que uma ferramenta de avaliação deve fornecer uma visão através dos indicadores e seus vários níveis que traduza a complexidade do sistema, abordando essa complexidade com uma parcimônia capaz de representar o sistema e incluindo possíveis interações entre os indicadores (BINDER; FEOLA; STEINBERGER, 2010).

Quanto a **complexidade**, as três ferramentas mencionam explicitamente a importância de uma abordagem integrativa da sustentabilidade, abordando as três dimensões da sustentabilidade (*triple botton line*). Mas quanto ao número de indicadores, a ferramenta Ambitec-Agro apresentou a maior complexidade, representada pelo maior número de indicadores nas três dimensões comparativamente as ferramentas Apoia-NovoRural (complexidade intermediária) e ISA (maior parcimônia).

Quadro 22 - Quadro comparativo dos aspectos sistêmicos das ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedade agrícolas baseada em indicadores

Característica	Ambitec-Agro	Fontes de Evidências	APOIA-Novo Rural	Fontes de Evidências	ISA	Fontes de Evidências
<b>Suficiência (Complexidade e e parcimônia)</b>	<i>Triple botton line</i>	(BINDER; FEOLA; STEINBERGER, 2010)	<i>Triple botton line</i>	(BINDER; FEOLA; STEINBERGER, 2010)	<i>Triple botton line</i>	(BINDER; FEOLA; STEINBERGER, 2010)
	Indicadores ambientais: 77	(ELKINGTON J, 1997)	Indicadores ambientais: 28	(ELKINGTON J, 1997)	Indicadores ambientais: 13	(ELKINGTON J, 1997)
	Indicadores sociais: 54	(RODRIGUES; KITAMURA, 2003)	Indicadores sociais: 09	(RODRIGUES; CAMPANHO LA, 2003)	Indicadores sociais: 05	(FERREIRA et al., 2012)
	Indicadores econômicos: 17		Indicadores econômicos: 08		Indicadores econômicos: 05	
	Maior complexidade		Complexidade intermediária		Maior parcimônia	

Fonte: elaborada pela autora embasado nos autores Elkington (1997); Binder, Feola e Steinberger (2010); Rodrigues e Kitamura (2003); Rodrigues e Campanhola (2003), e Ferreira et al. (2012)

A possibilidade de identificar **interações entre os indicadores** (Quadro 23) não é abordada explicitamente em nenhuma das três ferramentas analisadas, considerando todas os indicadores de forma independente.

Quadro 23 - Quadro comparativo dos aspectos sistêmicos das ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedade agrícolas baseada em indicadores.

Característica	Ambitec-Agro	Fontes de Evidências	APOIA- Novo Rural	Fontes de Evidências	ISA	Fontes de Evidências
<b>Interação do indicador</b>	Não explícito. A possibilidade de identificar interações entre indicadores não é abordada explicitamente na ferramentas, considera os indicadores de forma independente.	p.32 a 34 (RODRIGUES; KITAMURA, 2003)	Não explícito. A possibilidade de identificar interações entre indicadores não é abordada explicitamente na ferramentas, considera os indicadores de forma independente.	p. 3 (RODRIGUES, CAMPANHOLA, 2003)	Não explícito. A possibilidade de identificar interações entre indicadores não é abordada explicitamente na ferramentas, considera os indicadores de forma independente.	p.4 a 6 (FERREIRA <i>et al.</i> , 2012)

Fonte: elaborado pela autora embasado nos autores Rodrigues e Kitamura (2003); Rodrigues e Campanhola (2003), e Ferreira *et al.* (2012)

Uma síntese geral da comparação das ferramentas em relação as categorias da dimensão sistêmica são apresentadas no Quadro 24.

Quadro 24 - Síntese das semelhanças e diferenças dos aspectos sistêmicos

Categoria de comparação	Comparação entre as ferramentas
Complexidade	Semelhança, com diferente número de indicadores entre elas.
Interações entre os indicadores	Semelhança

Fonte: elaborado pela autora (2022).

#### 4.1.3 Aspectos Processuais

A dimensão processual foi analisada considerando as três fases do processo de aplicação das ferramentas: fase preparatória, fase de medição e fase de avaliação. Cada uma dessas três fases é analisada a seguir.

#### 4.1.3.1 Fase preparatória

Na fase preparatória as três ferramentas incluem o planejamento das visitas e entrevistas, iniciando com a entrevista do colaborador/técnico que aplicará a ferramenta.

Quadro 25 - Quadro comparativo dos aspectos processuais – fase preparatória das ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedade agrícolas baseada em indicadores.

Característica	Ambitec-Agro	Fontes de Evidências	APOIA-NovoRural	Fontes de Evidências	ISA	Fontes de Evidências
Fase Preparatória	A 1ª etapa do processo é o levantamento e coleta de dados gerais sobre a tecnologia e a cultura a qual se aplica, após aplicação do questionário em entrevistas individuais.	p.32 (RODRIGUES; KITAMURA, 2003)  p. 13 e 14 (RODRIGUES; PIMENTA; CASARINI, 2016)	A 1ª etapa do processo é o treinamento do avaliador, o qual realizará a entrevista/vistorias aplicadas aos produtores ou responsáveis no estabelecimento rural.	p. 3 (RODRIGUES, CAMPANHOLA, 2003)  p. 13 e 14 (RODRIGUES; PIMENTA; CASARINI, 2016)	Na 1ª etapa é necessário fazer o croqui a partir do perímetro do imóvel rural para preenchimento do Cadastro Ambiental Rural - CAR, após iniciar o planejamento da visita de campo para entrevista.	Aba “Guia de aplicação” da planilha de aplicação da ferramenta

Fonte: elaborado pela autora (2022).

No caso do Ambitec-Agro, prévio à visita técnica devem ser levantados dados gerais sobre a tecnologia a ser aplicada e/ou sobre os cultivos a serem explorados na propriedade (RODRIGUES; KITAMURA, 2003; RODRIGUES; PIMENTA; CASARINI, 2016). No APOIA-NovoRural, na fase preparatória é feito o treinamento do avaliador que realizará a entrevista e a vistoria. Neste treinamento é feito curso para conhecimento profundo do método e aplicação da planilha (RODRIGUES, CAMPANHOLA, 2003; RODRIGUES; PIMENTA; CASARINI, 2016). Já o ISA exige, na fase preparatória, além da entrevista com o interessado fazer um croqui do perímetro do imóvel rural para preenchimento do Cadastro Ambiental Rural – CAR.

#### 4.1.3.2 Fase de seleção de indicadores.

As ferramentas Ambitec-Agro e APOIA-Novorural permitem excluir indicadores conforme se fizer necessário, enquanto a ISA fornece um conjunto padrão de indicadores.

Quadro 26 - Quadro comparativo dos aspectos processuais – fase de seleção dos indicadores das ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedade agrícolas baseada em indicadores

Característica	Ambitec-Agro	Fontes de Evidências	APOIA-Novorural	Fontes de Evidências	ISA	Fontes de Evidências
Fase de seleção dos indicadores	Existe neste método a possibilidade da ponderação do indicador (pesos) pelo usuário do sistema, podendo também excluir indicadores sem relevância para melhor refletir sobre a situação específica de avaliação.	p.35 a 38 (RODRIGUES; KITAMURA, 2003)  p. 14 (RODRIGUES; PIMENTA; CASARINI, 2016)  Planilha do Excel Ambitec-Agro_8.15	Existe neste método uma matriz de ponderação de cada indicador gerando um índice de impacto para cada um. Pode também fazer a exclusão de indicadores.	p. 3 a 5 (RODRIGUES, CAMPANHOLA, 2003)  p. 15 (RODRIGUES; PIMENTA; CASARINI, 2016)  Planilha do Excel de aplicação da ferramenta.	Ausente por tratar-se de um conjunto padrão de indicadores que abordam os principais processos ambientais, econômicos e sociais.	

Fonte: elaborado pela autora (2022).

Nas ferramentas Ambitec-Agro e APOIA-Novorural indicadores não podem ser adicionados. Indicadores sem relevância podem ser excluídos no momento em que o avaliador realizar a entrevista e vistoria a propriedade (RODRIGUES; KITAMURA, 2003)

A ferramenta ISA, indicadores não podem ser adicionados e nem excluídos a planilha é padronizada com 23 indicadores a serem avaliados (FERREIRA *et al.*, 2012).

Em síntese, em relação a **seleção dos indicadores**, as ferramentas Ambitec-Agro e APOIA-Novorural permitem excluir indicadores conforme se fizer necessário, enquanto a ISA fornece um conjunto padrão de indicadores.

#### 4.2 Análise comparativa feita por especialistas do aspecto processual.

Analisando os aspectos processuais das ferramentas, na avaliação **comparativa** das três estudadas (Ambitec-Agro, APOIA-Novorural e ISA) foram

entrevistados especialistas na área, que responderam questionários sobre as ferramentas analisadas nos subitens: (a) fase de **medição**, (b) fase de **avaliação** e a de (c) **aplicabilidade dos resultados da avaliação e acompanhamento**.

#### 4.2.1 Fase de medição (quantificação dos indicadores)

Na fase de medição das ferramentas de avaliação de sustentabilidade baseada em indicadores foram analisadas as seguintes características descritas no quadro 14 junto com as respostas obtidas pelos questionados.

Com relação a **confiabilidade dos dados** foi feita a seguinte pergunta “Você considera que os dados coletados durante a entrevista condizem com a realidade?”. Os especialistas avaliaram que existe exatidão na correspondência dos dados coletados com a realidade dos agricultores (Quadro 27).

Quadro 27- Quadro comparativo dos aspectos processuais – fase medição das ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedade agrícolas baseada em indicadores

Característica	Ambitec-Agro	APOIA-NovoRural	ISA
Confiabilidade dos dados	Concordo totalmente (3)* Concordo (1)	Concordo totalmente (3) Concordo (1)	Concordo (3)

Fonte: elaborado pela autora (2022).

\* Nota: entre parêntese consta o número de especialistas para cada opção.

A confiabilidade dos dados colhidos decorre da credibilidade depositada nas escalas usadas nos métodos analisados. No caso da ferramenta Ambitec-Agro a escala usada foi a Likert, com sua ponderação. Já as ferramentas APOIA-NovoRural e ISA usam indicadores com caráter quantitativo. Acrescido a isso servem como referência as observações colhidas *in loco*.

A despeito dos indicadores serem analisados via coeficientes de alteração, baseados em observações de campo, verificação de dados administrativos e evidências do histórico do estabelecimento, eles têm caráter quantitativo, já que são medidos em termos de unidades observáveis em quantidades (kg, ha, animais, horas/dia, dias/ano etc.), frequências, porcentagens e eventos. Algum grau de subjetividade na interpretação das variáveis é dirimido pela utilização de uma escala tipo Likert claramente definida e por fatores de ponderação pré-determinados. (RESPONDENTE 2, 2022).<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

Como os indicadores têm caráter quantitativo, sendo alguns inclusive analíticos, com uma forte aderência com as condições e contextos observados em relação ao período de coleta e interpretação dos dados (RESPONDENTE 6, 2022).<sup>4</sup>

A maior parte dos indicadores levantados é relacionada a dados concretos, como o resultado de análises de solo, da renda bruta e outros, existindo, contudo, informações subjetivas que dependem da percepção do produtor, como o percentual da renda bruta de cada atividade, no caso de produtores diversificados, e da percepção da pessoa que está aplicando a ferramenta”, completando: “muitas perguntas são subjetivas, dependendo do grau de conhecimento de quem aplica (RESPONDENTE 8, 2022).<sup>5</sup>

A entrevista com os agricultores(as) permite levantar uma série de informações, e, ao mesmo tempo, fazer uma série de levantamentos e observações in loco tanto dos aspectos e dados levantados na entrevista, como no levantamento de outros parâmetros e indicadores [...] (RESPONDENTE 9, 2022)<sup>6</sup>

Com relação a **disponibilidade de dados**, foi questionado a facilidade de acesso aos dados coletados, com a seguinte pergunta “Os dados solicitados pela ferramenta são de fácil acesso?”.

Quadro 28 - Quadro comparativo dos aspectos processuais – fase medição das ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedade agrícolas baseada em indicadores

Característica	Ambitec-Agro	APOIA-NovoRural	ISA
Disponibilidade dos dados	Concordo totalmente (2)* Concordo (2)	Concordo (3) Discordo (1)	Concordo (2) Nem concorda e nem discorda (1)

Fonte: elaborado pela autora (2022).

\*Nota: entre parênteses consta o número de especialistas para cada opção.

Todos os especialistas concordaram que os dados solicitados são de fácil acesso para a ferramenta Ambitec-Agro, o que foi avaliado pela facilidade da observação e interpretação dos dados (Quadro 28).

Todos os critérios e indicadores são de fácil observação ou interpretação, havendo a possibilidade de excluir critérios ou indicadores que não se apliquem (por exemplo, o uso de produtos veterinários em estabelecimentos onde não haja animais). Algum esforço de raciocínio é requerido para ponderar sobre possíveis alterações frente às quantidades de produtos obtidos, (por exemplo, para estimar o aumento, ou redução, no uso de insumos, relativo às

<sup>4</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>5</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>6</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

quantidades de grão produzidas), considerando os indicadores de fácil derivação (RESPONDENTE 6, 2022).<sup>7</sup>

Os especialistas predominantemente concordaram que os dados solicitados são de fácil acesso para a ferramenta APOIA-Novorural, mas houve uma “discordância”, o que foi associado a necessidade de estudos prévios a coleta de dados associado a procedimentos analíticos, instrumentais e laboratoriais. Em relação ao ISA um especialista “nem concorda e nem discorda”, mas foi relatado que em muitas propriedades não dispõem de análises de solo e água. Outro ponto ainda relatado foi a dificuldade de se obter informações econômicas sobre a propriedade, hora pela falta de controle, ora pela confidencialidade deste tipo de dado.

A ferramenta necessita de estudo prévio à coleta dos dados” [sem considerar isso difícil] (ESPECIALISTA 5, 2022).<sup>8</sup>

[...] para análises de solo, por exemplo, são determinações de rotina de fertilidade, muitas vezes disponíveis nos estabelecimentos rurais, e de obtenção fácil e de baixo custo em laboratórios especializados. Para as análises de água há maior complexidade, especialmente na ausência de instrumental analítico de campo (ESPECIALISTA 6, 2022).<sup>9</sup>

[...] em alguns casos nem todos os dados estão disponíveis como, por exemplo, uma análise de solo recente, a análise de água e outros [...] (ESPECIALISTA 8, 2022).<sup>10</sup>

O ponto mais sensível refere-se aos dados econômicos. É importante criar uma relação de confiança com o especialista, e os dados, mesmo que de forma geral, sobre receitas e estimativa patrimonial são importantes para uma proposição de adequações técnicas no manejo das áreas. Um termo de confidencialidade dos dados ajuda neste aspecto [...]. (ESPECIALISTA 9, 2022).<sup>11</sup>

Em síntese, em relação a disponibilidade de dados, as ferramentas apresentaram diferenças. Todos os especialistas concordaram que os dados solicitados são de fácil acesso para a ferramenta Ambitec-Agro, o que foi avaliado pela facilidade da observação dos dados. Não houve consenso para as

---

<sup>7</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>8</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>9</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>10</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>11</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

ferramentas APOIA-NovoRural e ISA, o que foi associado principalmente a necessidade de procedimentos laboratoriais como análises de solo e água.

Ainda na Fase da medição, com relação a **facilidade de uso** foi questionado se o entrevistado considera fácil a aplicação da ferramenta (software, questionário, planilha e gráficos), realizando a seguinte pergunta “Você considera fácil a aplicação da ferramenta (software, questionário, planilha e gráficos)? ”.

Quadro 29 - Quadro comparativo dos aspectos processuais – fase medição das ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedade agrícolas baseada em indicadores.

Característica	Ambitec-Agro	APOIA-NovoRural	ISA
Facilidade de uso	Concordo totalmente (2)* Concordo (2)	Concordo totalmente (1) Concordo (1) Nem concorda e nem discorda (2)	Concordo (3)

Fonte: elaborado pela autora (2022).

\*Nota: entre parênteses consta o número de especialistas para cada opção.

Os especialistas “concordaram totalmente” ou “concordo” que a aplicação as ferramentas Ambitec-Agro e ISA são fáceis (Quadro 29). A facilidade de uso das ferramentas decorre de sua clara formulação, mostrando-se as três bastante autodidatas, salientando, contudo, a necessidade de treinamento prévio dos métodos e experiência com a prática de produção rural.

A aplicação não apresenta complexidade elevada. No entanto, há necessidade de treinamento prévio antes da aplicação (ESPECIALISTA 2, 2022).<sup>12</sup>

[...] os gráficos são automaticamente gerados após preenchimento dos indicadores, facilitando a comunicação e interpretação de medidas corretivas e vantagens comparativas na adoção de tecnologias (ESPECIALISTA 6, 2022).<sup>13</sup>

Esta é a principal dificuldade, demanda estudo constante e tempo de vivência com as práticas de campo para obter melhor proveito da ferramenta (ESPECIALISTA 3, 2022).<sup>14</sup>

A ferramenta foi desenvolvida de modo a ser amigável ao usuário (ESPECIALISTA 7, 2022).<sup>15</sup>

<sup>12</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>13</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>14</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>15</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

O preenchimento da planilha do ISA não é difícil, desde que a pessoa que aplica tenha passado por um treinamento” (ESPECIALISTA 8, 2022).<sup>16</sup>

Apesar de ser extensa, eu considero o conjunto de parâmetros, métricas, as ferramentas e o formato de devolução dos dados serem de fácil aplicação (ESPECIALISTA 9, 2022).<sup>17</sup>

Apenas para a ferramenta APOIA-NovoRural houve duas respostas do tipo: “Não concordo e nem discordo”, sem justificar o porquê, mostrando-se neutros a este questionamento.

A planilha de dados é muito prática e auto-explicativa, mas demanda treinamento apropriado para a correta definição de contexto e interpretação dos indicadores, de forma a evitar incorreções. Os gráficos são automaticamente expressos após um a correto preenchimento dos dados dos indicadores, facilitando a comunicação e interpretação de medidas corretivas e vantagens comparativas dos sistemas produtivos estudados (ESPECIALISTA 6, 2022).

18

Em síntese, com relação a **facilidade de uso**, os resultados mostraram diferenças entre as ferramentas. Os especialistas acordaram sobre” que a aplicação as ferramentas Ambitec-Agro e ISA são fáceis de se aprender e usar, enquanto a ferramenta APOIA-Novo Rural não.

Finalizando a fase de medição, com relação a **compatibilidade** dos dados coletados pela ferramenta com os dados disponíveis na propriedade agrícola, foi feita a seguinte pergunta “Os dados solicitados pela ferramenta são compatíveis com os dados disponíveis na propriedade agrícola?”.

Quadro 30 - Quadro comparativo dos aspectos processuais – fase medição das ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedade agrícolas baseada em indicadores.

Característica	Ambitec-Agro	APOIA-NovoRural	ISA
Compatibilidade	Concordo totalmente (2) Concordo (2)	Concordo totalmente (2) Concordo (2)	Concordo (2) Nem concorda e nem discorda (1)

Fonte: elaborado pela autora (2022).

\*Nota: entre parênteses consta o número de especialistas para cada opção.

<sup>16</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>17</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>18</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

Os especialistas “concordaram totalmente” ou “concordo” que os dados solicitados são compatíveis com a realidade nas propriedades rurais para as ferramentas Ambitec-Agro e APOIA-Novo rural (Quadro 29).

Os dados estão disponíveis na propriedade. No entanto, há necessário ajustar previamente a escala de notas atribuídas pelo agricultor” (ESPECIALISTA 2, 2022).<sup>19</sup>

[...] apenas em casos de pequenos produtores, que não tem uma gestão estabelecida na propriedade, há necessidade de complementar o processo de obtenção dos dados com perguntas complementares (ESPECIALISTA 3, 2022).<sup>20</sup>

21

Ainda que necessite de procedimentos analíticos, a informação estará sempre ‘contida’ nas amostras, bastando revelá-las nas análises indicadas (especialmente para as amostras de água e de solo, geralmente disponíveis em estabelecimentos minimamente bem administrados), por tratar-se de um método baseado em dados quantitativos, os resultados condizem com a realidade (ESPECIALISTA 6, 2022).<sup>22</sup>

[...] em certas condições, podem ser excluídos alguns indicadores, caso não contenham informações sobre os dados, deixando as informações mais fidedignas à realidade (ESPECIALISTA 5, 2022).<sup>23</sup>

Apenas na ferramenta ISA houve uma resposta “nem concordo e nem discorda”. As informações requeridas em todas as ferramentas de fácil obtenção (observações de campo, verificação de dados administrativos e evidências do histórico do estabelecimento), colhidas em entrevista com o próprio produtor, possibilitam uma alta compatibilidade com a realidade do estabelecimento rural estudado

O ISA está atrelado ao CAR. Atualmente, a grande maioria dos agricultores(as) possuem o CAR. Nas situações que o estabelecimento rural não está cadastrado, é possível fazer uma simulação, possibilitando extrair informações sobre as APPs e RL [...]. O restante dos dados é compatível com os dados disponíveis [...]. (ESPECIALISTA 9, 2022).<sup>24</sup>

Em síntese, com relação a **compatibilidade** com os dados (sistemas) disponíveis na propriedade, os resultados indicam que as ferramentas são

---

<sup>19</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>20</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>21</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>22</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>23</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>24</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

semelhantes. Os especialistas acordaram que as três ferramentas exigem dados que são compatíveis com a realidade nas propriedades rurais brasileiras. As informações requeridas em todas as ferramentas de fácil obtenção (observações de campo, verificação de dados administrativos e evidências do histórico do estabelecimento), colhidas em entrevista com o próprio produtor, possibilitam uma alta compatibilidade com a realidade do estabelecimento rural estudado.

#### 4.2.2 Fase de Avaliação (agregação de indicadores)

O passo seguinte foi a fase da avaliação da sustentabilidade de propriedades agrícolas baseada em indicadores, onde são analisados os itens **transparência, precisão de saída e complexidade das ferramentas**, conforme o Quadro 30.

Na fase de avaliação, na característica **transparência** foi perguntado aos respondentes a seguinte pergunta “Há participação dos usuários nos processos de cálculo, pesagem e agregação da ferramenta”?

Quadro 31 - Quadro comparativo dos aspectos processuais – fase de avaliação das ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedade agrícolas baseada em indicadores

Característica	Ambitec-Agro	APOIA-NovoRural	ISA
Transparência	Concordo totalmente (3)* Nem concorda e nem discorda (1)	Concordo (1) Nem concorda e nem discorda (2) Discordo (1)	Concordo (1) Discordo (2)

Fonte: elaborado pela autora (2022).

\*Nota: entre parênteses consta o número de especialistas para cada opção.

Transparência foi definida o quão fácil entender como a ferramenta computa (agrega) os dados para gerar o resultado final. Houve predominância de uma resposta positiva somente para a ferramenta Ambitec-Agro, apesar de um dos especialistas ter discordado (Quadro 30). A transparência foi associada a necessidade de os produtores participarem no processo de ponderação dos indicadores e assim exigir a participação dos produtores.

Há plena participação na obtenção/declaração dos dados de entrada; como sua base metodológica é (tipicamente) multicritério, os procedimentos de pesagem e agregação se dão via ‘pesos parciais’ (normalização total = 1), passíveis de alteração pelos usuários (seja nos indicadores, seja nos critérios) ou então pela média ponderada,

sendo os resultados expressos em escala artificial ( $\pm 15$ ) (ESPECIALISTA 6, 2022).<sup>25</sup>

Os indicadores são obtidos a partir de notas atribuídas pelos produtores rurais (ESPECIALISTA 2, 2022).<sup>26</sup>

Sobre o APOIA-NovoRural não houve acordo, já que a maioria dos especialistas se mostrou neutro, e um deles concordou e outro discordou. O argumento para isso foi associado a não necessidade de os produtores participarem na ponderação dos indicadores e deste modo todos os dados poderiam ser inseridos no sistema sem a participação deles. Para o método ISA predominou a discordância, pois dois dos especialistas discordaram e somente um concordou. O argumento sobre a não necessidade da participação dos produtores no processo de ponderação dos indicadores também apareceu para a ferramenta ISA. Além disso, argumentou-se que a ferramenta ISA é longa, o que quase sempre não possibilita a participação do produtor.

[...] Como a base metodológica do APOIA-NovoRural é (tipicamente) multiatributo, sem os procedimentos de pesagem, a agregação se dá pela média aritmética simples, sendo os cálculos pré-definidos via equações de melhor ajuste, modeladas a priori”, entendendo que “os resultados são expressos em escala de utilidade multiatributo (0-1), com a linha de base (ou limiar de sustentabilidade) definida também a priori (0,7), claramente expressos nas matrizes de ponderação do método (ESPECIALISTA 6, 2022).<sup>27</sup>

Isso já é feito automaticamente pela planilha (ESPECIALISTA 7, 2022).<sup>28</sup>

Quando o produtor tem disponibilidade, é fundamental a sua participação no processo, até mesmo para possíveis ajustes que aproximem mais à realidade e conseqüente ampliação da percepção do produtor em relação a importância de ter uma análise agregada como a proporcionada pelo ISA. Sendo a aplicação do questionário geralmente longa, fica difícil para o produtor (ESPECIALISTA 8, 2022).<sup>29</sup>

[...] Mas a proposta do sistema é ter um único modelo de agregação dos dados, não considerando especificidades locais e indicadores com pesos diferentes, de modo a permitir uma padronização do sistema de aferição da sustentabilidade, e, com isto, ter replicabilidade (ESPECIALISTA 9, 2022).<sup>30</sup>

---

<sup>25</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>26</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>27</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>28</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>29</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>30</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

Em síntese, em relação a fase de avaliação realizada pelas ferramentas, mais especificamente sobre a **transparência**, houve predominância de uma resposta positiva somente para a ferramenta Ambitec-Agro. Sobre o APOIA-NovoRural não houve uma resposta predominante, já que a maioria dos especialistas se mostrou neutro, e um deles concordou e outro discordou. Para o método ISA predominou a discordância. O argumento apresentado pelos especialistas foi associado a pouca participação dos produtores no processo de medição.

Ainda na fase de avaliação foi analisada a **precisão de saída** das informações, sendo questionado aos respondentes a pergunta “Os resultados da aplicação da ferramenta condizem com a realidade da propriedade agrícola em que foi aplicada?”.

Quadro 32 - Quadro comparativo dos aspectos processuais – fase de avaliação das ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedade agrícola baseada em indicadores

Característica	Ambitec-Agro	APOIA-NovoRural	ISA
Precisão de saída	Concordo totalmente (2)* Concordo (1) Nem concorda e nem discorda (1)	Concordo totalmente (2) Concordo (1) Nem concorda e nem discorda (1)	Concordo (2) Nem concorda e nem discorda (1)

Fonte: elaborado pela autora (2022).

\*Nota: entre parênteses consta o número de especialistas para cada opção.

Os especialistas responderam predominantemente de forma positiva e um deles neutro que os resultados da aplicação das ferramentas são compatíveis com a realidade nas propriedades rurais, apenas na ferramenta Ambitec-Agro tivemos uma resposta “nem concordo e nem discordo”. Como as informações solicitados em todas as ferramentas são colhidas em entrevistas com o produtor e observações *in loco*, os resultados tendem a condizer com a realidade, salientando que, embora uma entrevista possa ter um caráter subjetivo, com as visitas presenciais essa dificuldade fica minimizada.

Sim a ferramenta é muito útil e auxilia na visão estratégica da produção, mas depende da experiência do especialista para ter qualidade nos relatórios de aplicação (ESPECIALISTA 3, 2022).<sup>31</sup>

Como os indicadores têm caráter quantitativo, alguns inclusive analíticos, há forte aderência com as condições e contextos

<sup>31</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

observados em relação ao período de coleta e interpretação dos dados (ESPECIALISTA 6, 2022).<sup>32</sup>

Os resultados da avaliação da planilha em centenas de propriedades são condizentes com a percepção empírica da situação das propriedades (ESPECIALISTA 7, 2022).<sup>33</sup>

[...] a aplicação da ferramenta um retrato da propriedade no momento da aplicação, podendo ser alterado quase instantaneamente (por exemplo, uma chuva muito pesada horas depois do levantamento pode alterar a qualidade da água, as condições das estradas etc.) (ESPECIALISTA 8, 2022).<sup>34</sup>

[...] os resultados condizem com a realidade. Instrumentos para a aferição do desempenho ambiental e socioeconômico de estabelecimentos rurais sempre terão limitações, diante do desafio de um levantamento mais expedito, e de um sistema que possa ser utilizado em estabelecimentos diversos em relação ao tamanho, atividades, regiões e ambientes distintos. (ESPECIALISTA 9, 2022).<sup>35</sup>

Em síntese, quando a **precisão de saída** das informações, os especialistas responderam predominantemente de forma positiva que os resultados gerados pelas três ferramentas têm valor para o produtor rural.

Por fim na fase de avaliação foi estudada a **complexidade** da ferramenta (Quadro 33), ou seja, foi questionado se “A ferramenta tem a complexidade necessária para o sucesso da avaliação.

Quadro 31 - Quadro comparativo dos aspectos processuais – fase de avaliação das ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedade agrícolas baseada em indicadores

Característica	Ambitec-Agro	APOIA- NovoRural	ISA
Complexidade (a)	Concordo totalmente (2)* Concordo (1) Nem concorda e nem discorda (1)	Concordo totalmente (2) Concordo (1) Nem concorda e nem discorda (1)	Concordo (2) Nem concorda e nem discorda (1)

Fonte: elaborado pela autora (2022).

\*Nota: entre parênteses consta o número de especialistas para cada opção.

Os especialistas responderam predominantemente positivamente e um deles neutro que a ferramenta apresenta a complexidade necessária para chegar ao seu objetivo. As ferramentas analisadas apresentam suficiente complexidade, já que analisam diversos indicadores envolvendo as três

<sup>32</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>33</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>34</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>35</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

dimensões da sustentabilidade, demonstrando serem simples e claras em seus processos de coleta e interpretação de dados.

A ferramenta é caracterizada por extrema simplicidade de procedimento de coleta e interpretação de dados. Essa simplicidade se reflete em flexibilidade para acomodação de contextos socioambientais, tecnológicos e produtivos, ao mesmo tempo em que a variedade e amplitude do conjunto de 27 critérios 148 indicadores favorece uma visão integrada dos impactos e perspectivas de sustentabilidade dos estabelecimentos estudados (ESPECIALISTA 6, 2022).<sup>36</sup>

[...] trata de uma excelente ferramenta que traduz a complexidade da sustentabilidade em números de fácil interpretação (ESPECIALISTA 5, 2022).<sup>37</sup>

O presente debate interessante [...] dada a amplitude de considerações (nos 62 indicadores, em cinco dimensões de sustentabilidade do método APOIA-NovoRural), muito se favorecem a interpretação e a riqueza das informações colhidas para a tomada de decisões de manejo (ESPECIALISTA 6, 2022).<sup>38</sup>

A ferramenta foi desenvolvida levando em conta a relação custo-benefício entre complexidade, abrangência e custo de aplicação (ESPECIALISTA 7, 2022).<sup>39</sup>

O sucesso desta e de outras ferramentas vem mais da capacidade de interação e das análises dos dados e informações levantadas, destacando que desta interação (que é complexa por natureza) é que podemos identificar aqueles indicadores que requerem mais atenção do produtor e de quem o assiste tecnicamente (ESPECIALISTA 8, 2022).<sup>40</sup>

Em síntese, quanto a **complexidade** dos resultados, as ferramentas analisadas apresentam suficiente complexidade, já que analisam diversos indicadores envolvendo as três dimensões da sustentabilidade, demonstrando serem simples e claras em seus processos de coleta e apresentam gráficos de fácil interpretação dos resultados.

Quanto ao questionamento se “Os resultados obtidos pela ferramenta são de fácil **entendimento do usuário?**” Os especialistas responderam predominantemente de forma positiva (Ambitec-Agro) e um deles neutro

---

<sup>36</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>37</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>38</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>39</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>40</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

(APOIA-NovoRural, ISA) de que os usuários não encontram dificuldades em interpretar os resultados das ferramentas (Quadro 34).

Quadro 32 - Quadro comparativo dos aspectos processuais – fase de avaliação das ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedade agrícolas baseada em indicadores.

Característica	Ambitec-Agro	APOIA-NovoRural	ISA
Complexidade (b) (entendimento fácil)	Concordo totalmente (3)* Concordo (1)	Concordo totalmente (1) Concordo (2) Nem concorda e nem discorda (1)	Concordo (2) Nem concorda e nem discorda (1)

Fonte: elaborado pela autora (2022).

\*Nota: entre parênteses consta o número de especialistas para cada opção.

Os especialistas argumentaram que nas três ferramentas os resultados são apresentados graficamente. Nas ferramentas ISA E APOIA-NovoRural com gráfico do tipo radar e na Ambietc-Agro em gráfico do tipo barras, todos de fácil compreensão. Além disso, destacaram a conceito de representação de limiar de sustentabilidade (APOIA e ISA) como facilitares para o entendimento dos indicadores e critérios que precisam ser aprimorados.

Os resultados são de fácil entendimento para pesquisadores (ESPECIALISTA 2, 2022).<sup>41</sup>

Esta é o principal diferencial da ferramenta ela foca mais nas estratégias de produção e seus impactos, evitando grande volume de dados numéricos sem perder a profundidade da análise (ESPECIALISTA 3, 2022).<sup>42</sup>

O conjunto de expressão gráfica traz resultados por indicador, dimensão e índice integrado, todos em escala multatributo (0-1), com limiar de sustentabilidade claramente definido (0,7). Além dessa escala padrão de fácil entendimento, a expressão gráfica em formato radar é muito simples de visualizar e compreender (ESPECIALISTA 6, 2022).<sup>43</sup>

Considerando o usuário o produtor, dependendo do nível de letramento e conhecimento técnico, os resultados podem ser entendidos sim. Em outros casos, há a necessidade de trocas de conhecimentos entre o produtor e o técnico que o assiste (ESPECIALISTA 8, 2022).<sup>44</sup>

Alguns usuários têm mais dificuldade nos parâmetros e indicadores relacionados a parte ambiental, mas existem materiais complementares com exemplos práticos que o usuário pode consultar

<sup>41</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>42</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>43</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>44</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

para tirar dúvidas e pegar algumas referências [...] (ESPECIALISTA 9, 2022).<sup>45</sup>

Em síntese, quanto ao entendimento do usuário dos resultados, as ferramentas analisadas apresentam fácil entendimento, já que nas três ferramentas os resultados são apresentados graficamente.

#### 4.2.3 Fase Aplicabilidade dos Resultados da Avaliação/Acompanhamento

Finalizando o questionamento junto aos especialistas foi levantado se através da ferramenta analisada haveria aplicabilidade dos resultados obtidos e um eficiente acompanhamento dos resultados colhidos. Para tal foram analisadas duas características: **auxiliar de comunicação** e **relevância** (eficácia).

Sobre o item **auxiliar de comunicação** foi questionado aos especialistas se cada ferramenta prevê reuniões periódicas de avaliação e de continuidade das ações voltadas a sustentabilidade: “São feitas reuniões periódicas para avaliação e continuidade de ações voltadas a sustentabilidade?” (Quadro 34)

Quadro 35 - Quadro comparativo dos aspectos processuais - fase aplicabilidade dos resultados da avaliação e acompanhamento das ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedade agrícolas baseada em indicadores

Característica	Ambitec-Agro	APOIA-NovoRural	ISA
Auxiliar de comunicação	Concordo totalmente (2) Concordo (1) Nem concorda e nem discorda (1)	Concordo (2) Nem concorda e nem discorda (1) Discordo (1)	Nem concorda e nem discorda (3)

Fonte: elaborado pela autora (2022).

\*Nota: entre parênteses consta o número de especialistas para cada opção.

Sobre a continuidade das ações voltadas a sustentabilidade os especialistas responderam predominantemente positivamente (Ambitec-Agro e APOIA). Para a ferramenta APOIA-NovoRural teve-se uma resposta discordando do assunto. Destaca-se como argumentos que ambas as

<sup>45</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

ferramentas preveem reuniões periódicas, os quais possibilitam identificar, avaliar e comunicar as alterações entre dois períodos.

A proposta metodológica oferece uma avaliação conclusiva e definitiva, para o momento e contexto específico da coleta e interpretação dos dados. Avaliações subsequentes anuais são realizadas no contexto do Balanço Social institucional, e então focam em itens que tenham sido alterados desde a avaliação anterior, de forma que o novo relatório será complementar ao primeiro estudo, sem necessidade de reformulação integral (ESPECIALISTA 6, 2022).<sup>46</sup>

A periodicidade de reaplicação tem sido a cada dois ou três anos, tempo considerado pelos clientes como adequado para estabelecer metas a partir da aplicação da ferramenta e implementar as mudanças e avaliar os impactos. Para a agropecuária, um ciclo de aplicação de 3 anos parece adequado na maioria dos casos. Neste intervalo são feitas avaliações parciais para o ajuste e implementação das mudanças (ESPECIALISTA 3, 2022).<sup>47</sup>

[...] Avaliações posteriores podem ser oferecidas, caso de interesse, sendo então focados os itens que tenham recebido ações de manejo ou mudança de condição, de forma que o novo relatório de gestão ambiental será complementar ao primeiro estudo, sem necessidade de reformulação integral (ESPECIALISTA 6, 2022).<sup>48</sup>

Extremamente importante os envolvidos tratem conjuntamente do processo, o resultado terá sucesso amplificado, pela participação em todas as fases (ESPECIALISTA 5, 2022).<sup>49</sup>

Em relação a ferramenta ISA, os dois especialistas mostraram-se neutros. Um deles destacou que a necessidade de participação dos produtores para que isso ocorra, mas nem sempre tem se conseguido. Além disso, destacou-se que a ferramenta tem sido mais como uma ferramenta de diagnóstico.

O ideal é que estas reuniões ocorram, dependendo disso das condições do produtor para a execução das ações que promovam a sustentabilidade na propriedade, a partir dos resultados e análises da avaliação proporcionada pela ferramenta (ESPECIALISTA 8, 2022).<sup>50</sup>

A ferramenta pode ser usada com esse fim, mas em alguns casos tem sido aplicada apenas como instrumento de diagnóstico, sem retorno de ação (ESPECIALISTA 7, 2022).

---

<sup>46</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>47</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>48</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>49</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>50</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

Em síntese, sobre auxiliar na comunicação os especialistas responderam predominantemente positivamente (Ambitec-Agro e Apoia-NovoRural). Para a ferramenta Apoia-NovoRural teve-se uma resposta discordando do assunto. Destaca-se como argumentos que ambas as ferramentas preveem reuniões periódicas, os quais possibilitam identificar, avaliar e comunicar as alterações entre dois períodos. Em relação a ferramenta ISA, os dois especialistas mostraram-se neutros. Um deles destacou que a necessidade de participação dos produtores para que isso ocorra, mas nem sempre tem se conseguido. Além disso, destacou-se que a ferramenta tem sido mais como uma ferramenta de diagnóstico

Na característica **relevância** (eficácia) foi questionado aos especialistas se o usuário, neste caso agricultor, tem a percepção da importância da continuidade da aplicação dessas ferramentas (Quadro 36), questionado com a seguinte pergunta “O agricultor tem a percepção da importância da continuidade da aplicação dessa ferramenta?”

Quadro 33 - Quadro comparativo dos aspectos processuais - fase aplicabilidade dos resultados da avaliação e acompanhamento das ferramentas de avaliação de sustentabilidade de propriedade agrícolas baseada em indicadores.

Característica	Ambitec-Agro	APOIA-NovoRural	ISA
Relevância (Eficácia)	Concordo totalmente (1) Concordo (2) Nem concorda e nem discorda (1)	Concordo (1) Nem concorda e nem discorda (2) Discordo (1)	Concordo (1) Nem concorda e nem discorda (2)

Fonte: elaborado pela autora (2022).

\*Nota: entre parênteses consta o número de especialistas para cada opção.

Os especialistas em sua maioria responderam predominantemente positivamente para a ferramenta Ambitec-Agro. Avaliando o Ambietc-Agro os especialistas indicaram a possibilidade de melhorias após o diagnóstico o que aumenta o interesse por sua continuidade.

Quando se faz a aplicação do método, com base nas entrevistas e observação no local as oportunidades de melhoria ficam bem claras e normalmente os clientes voltam a solicitar sua aplicação, quase sempre com a inclusão de questões sobre aspectos mais específicos de sua realidade, o que demonstra ter compreensão do método e a flexibilidade de modelagem da ferramenta (ESPECIALISTA 3, 2022).

51

<sup>51</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

[...] é muito valiosa para a avaliação de impactos de inovações agropecuárias, tanto por pesquisadores como por gestores de órgãos de pesquisa e inovação (ESPECIALISTA 2, 2022).<sup>52</sup>

Não houve acordo sobre a eficácia da ferramenta APOIA-NovoRural. Para a APOIA-NovoRural tudo dependerá do envolvimento do avaliado.

Depende muito do interesse do usuário na sua continuidade e da situação ocasional (ESPECIALISTA 5, 2022).<sup>53</sup>

Nos trabalhos que participei não houveram demandas por parte dos produtores de um acompanhamento periódico e continuada aplicação do APOIA para aferimento da evolução das suas propriedades em direção à sustentabilidade, o que me leva a deduzir que os agricultores não percebem como importante a continuidade de aplicação para averiguação da evolução da sustentabilidade (ESPECIALISTA 4, 2022).<sup>54</sup>

Na ferramenta ISA fica evidente a importância da assistência que dará o técnico que faz a aplicação.

Isso depende do grau de engajamento e de escolaridade do produtor e do técnico que faz a assistência (ESPECIALISTA 7, 2022).<sup>55</sup>

A maioria dos produtores que se dispõem a avaliar a sustentabilidade em suas propriedades, independentemente da ferramenta utilizada tendem a continuar avaliando, desde que após o primeiro levantamento tenham sido realizadas recomendações concretas que melhorem a sustentabilidade de suas propriedades. Em outras palavras, o sucesso das ferramentas dependerá da aplicação de recomendações práticas oriundas dos resultados obtidos e das análises obtidas (ESPECIALISTA 8, 2022).<sup>56</sup>

Em síntese, a característica **relevância dos resultados** foi predominantemente positiva para a ferramenta Ambitec-Agro. Avaliando o Ambietc-Agro os especialistas indicaram a possibilidade de melhorias após o diagnóstico o que aumenta o interesse por sua continuidade. Não houve acordo sobre a eficácia da ferramenta Apoia-Novo Rural. Para a Apoia-Novo Rural tudo dependerá do envolvimento do avaliado. Na ferramenta ISA fica evidente a importância da assistência que dará o técnico que faz a aplicação

---

<sup>52</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>53</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>54</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>55</sup> Entrevista concedida em 2022, conforme quadro 16

<sup>56</sup>

Uma síntese geral da comparação das ferramentas em relação as categorias da dimensão processual são apresentadas no Quadro 37.

Quadro 34 - Quadro síntese das semelhanças e diferenças dos aspectos processuais.

<b>Fase</b>	<b>Categoria de comparação</b>	<b>Comparação entre as ferramentas</b>
<b>Preparatória</b>	Planejamento da aplicação	Semelhança
	Seleção dos indicadores	Semelhança
<b>Medição</b>	Confiabilidade	Semelhança
	Disponibilidade de dados	Diferenças
	Facilidade de uso	Diferenças
	Compatibilidade	Semelhança
<b>Avaliação</b>	Transparência	Diferença
	Precisão de saída	Semelhança
	Complexidade	Similaridade
<b>Aplicabilidade (utilidade).</b>	Auxiliar na comunicação	Diferenças
	Relevância	Diferença

Fonte: elaborado pela autora (2022).

\*Nota: entre parênteses consta o número de especialistas para cada opção.

## 5 DISCUSSÃO

Esta seção tem por propósito discutir os resultados encontrados em relação ao objetivo geral desta dissertação que foi a de analisar as diferenças e similaridades dos métodos brasileiros de avaliação da sustentabilidade em propriedades agrícolas.

### 5.1 Similaridades das Ferramentas Brasileiras

Os pontos semelhantes identificados entre as ferramentas foram (a) na dimensão normativa: o objetivo de analisar o impacto ambiental, o conceito de desenvolvimento sustentável, a origem dos indicadores, a presença de mais de um nível hierárquico de avaliação e a função da ferramenta; (b) na dimensão sistêmica: a complexidade e a interação entre os indicadores; e (c) na dimensão processual: a fase preparatória, de seleção de indicadores, a compatibilidade, a precisão de saída e o entendimento do usuário e auxiliar na comunicação.

Em relação às semelhanças identificadas entre as ferramentas analisadas buscou-se discutir três delas com maior profundidade, as quais são: a presença do **conceito de desenvolvimento sustentável** (dimensão normativa), a origem dos indicadores e a impossibilidade de escolhê-los (dimensões normativa e processual) e a ausência de interações entre os indicadores (dimensão sistêmica). Os demais critérios: o objetivo, a presença de mais de um nível hierárquico de avaliação e a função da ferramenta (dimensão normativa); a complexidade (dimensão sistêmica); a fase preparatória, compatibilidade, precisão de saída e entendimento do usuário (dimensão processual) buscou-se comparar com as ferramentas internacionais.

Em relação a dimensão normativa, um primeiro ponto comum que mereceria ser destacado é a semelhança entre as três ferramentas quanto a possibilidade de avaliar o desenvolvimento sustentável das propriedades agrícolas e não somente a sustentabilidade (dimensão normativa). Cabe então aqui discutir as diferenças entre os conceitos de desenvolvimento sustentável e sustentabilidade. De acordo com Cruz, Mena e Rodríguez-Estevéz (2018), sustentabilidade pode ser entendida como a capacidade de manter a existência de um sistema, ou seja, por quanto tempo um sistema pode ser mantido. Já o

desenvolvimento sustentável envolve um conceito mais amplo, sendo definido como o desenvolvimento que atende as necessidades da geração presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades (BRUNDTLAND, 1991), complementado pela necessidade de considerar pelos menos os três pilares: social, ambiental e econômico (ELKINGTON, 1997), e ainda por dimensões institucionais, culturais ou éticas, incluindo governança, eficiência, motivação, valores e outros fatores que podem ser importantes para a prosperidade humana estável (CRUZ; MENA; RODRIGUÉZ-ESTEVEZ, 2018).

Um segundo ponto comum entre as ferramentas comparadas foi a **origem dos indicadores e a impossibilidade de escolhê-los** (dimensões normativa e processual), pois em todas as ferramentas analisadas os indicadores são pré-estabelecidos. Essa característica comum é criticada por De Olde *et al.* (2016), a qual considera que uma das características mais importantes nas ferramentas de análise do desenvolvimento sustentável em propriedades agrícolas deveria ser a possibilidade de selecionar os indicadores, oposto ao encontrado nas ferramentas brasileiras analisadas.

De Olde *et al.* (2016) fundamentou sua crítica através de uma pesquisa realizada com especialistas na área onde foi constatada a falta de consenso entre os participantes sobre quais eram os indicadores mais importantes para a avaliação do Desenvolvimento Sustentável. De Olde *et al.* (2016) explica que o contexto pessoal pode levar os indivíduos a priorizar indicadores diferentes.

Na discussão sobre a seleção dos indicadores, De Olde *et al.* (2016) argumenta que a participação das partes interessadas é de grande importância para o processo de avaliação, já que estes, quando inclusos, permitem o desenvolvimento e a disseminação de concepções mais robustas de desenvolvimento sustentável pela criação de um sentimento de pertencimento e responsabilidade deles. Cruz, Mena e Rodríguez-Estevéz (2018) destacam que uma das principais funções dos indicadores é a comunicação com as partes interessadas, sendo a consulta do agricultor um elemento chave na construção e desenvolvimento das ferramentas.

Além disso, a participação das partes interessadas oportuniza discussões sobre diferenças de referência, debates, argumentação, desafio e contra crítica, os quais devem ser vistos de forma positiva, como parte do processo vital de

interpretar o conceito de desenvolvimento sustentável, melhorando o diálogo e a aprendizagem sobre o desenvolvimento sustentável das propriedades em análise (DE OLDE, 2017). Esta interação entre as partes torna-se um aprendizado conjunto e auxilia no desenvolvimento de conhecimento para a tomada de decisões gerenciais nas propriedades. Facilita a conscientização das partes dentro do processo, criando compromissos, entendimento e confiança compartilhada, oportunizando avaliações relevantes e específicas do texto para melhorar o desempenho em sustentabilidade (BINDER; FEOLA; STEINBERGER, 2010).

Ainda, a necessidade de incluir a possibilidade de seleção dos indicadores pode ser vista como uma oportunidade, já que uma gama de conhecimentos pode gerar uma exploração mais rigorosa dos indicadores e um desenvolvimento mais sólido da avaliação, à medida que múltiplos tipos de conhecimento são reunidos, enfatizando assim a necessidade de incluir uma pluralidade de visões do mundo em um quadro flexível para a seleção de indicadores (DE OLDE *et al.*, 2016).

Como solução para o problema da origem e possibilidade de escolha dos indicadores, De Olde *et al.* (2016) propõem, como uma possível solução, o desenvolvimento de ferramentas modulares, através das quais os utilizadores finais podem selecionar subconjuntos de indicadores dentro da avaliação de sustentabilidade, dependendo do objetivo do projeto e das condições locais relacionadas. Neste caso, possibilitaria que as partes interessadas pudessem executar seu próprio processo de seleção e desenho dos indicadores, mas de forma bem documentada para facilitar as análises e comparações. Essa possibilidade tornaria as avaliações mais transparentes, transformadoras e duradouras e permitiria a compreensão profunda da sustentabilidade de um sistema numa abordagem sistêmica, envolvendo o contexto e as interações do sistema (DE OLDE *et al.*, 2016).

Apesar do limite das ferramentas analisadas pela impossibilidade de escolher os indicadores, ferramentas padronizadas, como as três analisadas, possuem precisão nos resultados com potencial para utilização delas para um propósito de certificação das propriedades agrícolas. Independentemente da certificação, entende-se que elas também podem contribuir para o aprendizado

e para iniciar o diálogo com os produtores rurais sobre desenvolvimento sustentável em suas propriedades.

Um terceiro ponto comum entre as ferramentas comparadas, o qual destacou-se, foi a **ausência de interações entre os indicadores** nas três ferramentas analisadas. Cabe comentar que a avaliação da sustentabilidade envolve uma grande quantidade de informações complexas, tornando-se uma questão multidimensional. Chegar a uma avaliação perfeita é incomum, ressalta Cruz, Mena e Rodríguez-Estevez (2018). Por isso, a solução encontrada tem sido reduzir a informação complexa a uma forma mais concentrada, construindo uma pirâmide de agregação de informação onde na base estão os dados brutos e no topo os índices. Em seus estudos, Cruz, Mena e Rodríguez-Estevez (2018) constataram que os índices de sustentabilidade da primeira geração, como por exemplo as emissões de CO<sup>2</sup>, não incorporam inter-relações entre os componentes de um sistema. A segunda geração utiliza indicadores compostos, normalmente com quatro dimensões: econômica, social, produtiva e ambiental. Mais recentemente está sendo lançada a terceira geração, com indicadores construídos, correspondendo a indicadores sinérgicos ou transversais vinculados, incorporando vários atributos ou dimensões simultaneamente. Cruz, Mena e Rodríguez-Estevez (2018) concluíram ser necessário que as avaliações da sustentabilidade explorem nos sistemas agrícolas uma abordagem inter-relacionada de indicadores multidimensionais, avaliando tanto as partes separadas do sistema quanto suas relações.

Quanto aos demais critérios de: objetivo, a presença de mais de um nível hierárquico de avaliação e a função da ferramenta (dimensão normativa); a complexidade (dimensão sistêmica); a fase preparatória, a compatibilidade, precisão de saída e entendimento do usuário (dimensão processual) buscou-se comparar com as ferramentas internacionais.

Quanto ao **objetivo**, as três ferramentas analisadas avaliam o impacto ambiental, mas se diferenciam em relação a unidade de análise. Dos autores revisados neste trabalho apenas Cândido *et al.* (2015) analisou comparativamente os objetivos em ferramenta internacionais. Nas duas analisadas foi identificada diferença quanto a seus objetivos, tendo a ferramenta IDEA o objetivo de gerar informações para reflexão do tema sustentabilidade e a ferramenta MESMIS, o propósito mais amplo de investigar e promover novos

meios de produção agrícola visando mudar a realidade socioambiental de comunidades camponesas pobres. Porém os autores salientam que ambas as ferramentas podem ser utilizadas para avaliar uma propriedade individualmente ao longo do tempo (análise longitudinal) como também para comparar diversas propriedades de uma mesma região e identificar as práticas mais sustentáveis (CÂNDIDO *et al.*, 2015).

As ferramentas hoje disponíveis na literatura variam quanto a seus objetivos, podendo ser usadas para pesquisa, aconselhamento ao produtor rural, certificação, autoavaliação, informação ao consumidor, auxiliar no desenvolvimento de políticas públicas, dentro outros. Na escolha da ferramenta é importante haver correspondência entre o objetivo dela e o objetivo do usuário.

Quanto ao **nível hierárquico** as três ferramentas brasileiras analisadas apresentam semelhanças quando a presença de mais de um nível hierárquico. De Olde (2017) salienta que ferramentas de avaliação de sustentabilidade baseadas em indicadores geralmente são estruturadas seguindo três ou quatro níveis hierárquicos. Na literatura existe uma ampla diversidade de terminologias usadas para definir os vários níveis o que dificulta as suas comparações.

As três ferramentas brasileiras estudadas possuem **funções** semelhantes e têm por objetivo gerar um diagnóstico, diferenciando-se a ferramenta ISA se das demais por possibilitar também a proposição de planos de ação. No estudo realizado por De Olde *et al.* (2016) as cinco ferramentas estudadas se assemelham quanto a função de realizar uma avaliação holística da sustentabilidade agrícola. Constataram também como função secundária das ferramentas a de estimular o aprendizado e a disseminação da sustentabilidade. Já no trabalho realizado por Marchand *et al.* (2014), de comparação entre duas ferramentas internacionais, são descritas diferentes funções das ferramentas, sendo a MOTIFS inicialmente desenvolvida para a função de monitoramento e comunicação, demonstrando, porém, ter eficiência na função de aprendizagem e gerenciamento. Já a ferramenta PGT foi formulada para estimular os debates sobre sustentabilidade.

Quanto a **complexidade dos resultados**, as ferramentas analisadas mostram suficiente complexidade, já que analisam diversos indicadores envolvendo as três dimensões da sustentabilidade. Quando se analisa os resultados das ferramentas internacionais, aparece uma maior variância na

complexidade dos resultados, sendo as ferramentas RISE e MOTIFS percebidas como tendo resultados com maior complexidade comparativamente as ferramentas MESMIS e IDEA as quais apresentam resultados de fácil entendimento e pouca complexidade.

Sobre a **fase de implementação** das ferramentas brasileiras, mais especificamente a fase preparatória de planejamento da aplicação da ferramenta, presente nas três ferramentas brasileiras analisadas, verificou-se estar presente também em outras ferramentas internacionais estudadas (ISA, RISE, MOTIFS e MESMIS) ambas se concentrando no planejamento da visita e de coleta de dados necessários à aplicação da ferramenta.

Com relação a **compatibilidade com os dados** (sistemas) disponíveis na propriedade as ferramentas são semelhantes e compatíveis com a realidade nas propriedades rurais brasileiras. Originalmente esta categoria trata da compatibilidade com os sistemas existentes nas propriedades, tendo as ferramentas se mostrado compatíveis com a realidade das propriedades analisadas (europeias). Mas isto pode ser muito diferente entre os países, regiões e tipos de propriedades (empresarial, familiar).

Sobre a **precisão de saída** das informações houve predominantemente um consenso entre os especialistas, considerando eles que os resultados gerados pelas três ferramentas brasileiras são de valor para o produtor rural. Analisando as ferramentas internacionais, observou uma maior variação na utilidade dos resultados, sendo as ferramentas RISE e MESMIS percebidas como resultados com maior valor comparativamente as ferramentas PG e IDEA.

Quanto ao **entendimento do usuário** sobre os resultados, as ferramentas analisadas apresentam fácil entendimento. Quando se analisadas ferramentas internacionais revisadas observa-se similaridade dos resultados, já que elas também oferecem representações gráficas similares.

Por fim, sobre **auxiliar na comunicação**, os especialistas responderam predominantemente positivamente para as três ferramentas, sendo que as Ambitec-Agro e Apoia-Novo Rural preveem reuniões periódicas de acompanhamento.

## 5.2 Diferenças das ferramentas Brasileiras

A análise feita revelou muitas diferenças entre as ferramentas analisadas em várias características das dimensões analisadas: (a) normativa: alta diversidade dos indicadores e critérios, critérios de agregação, possibilidade de ponderação; e (b) processual: disponibilidade de dados, facilidade de uso (fase de medição), transparência (fase de avaliação), e relevância (fase de aplicabilidade-utilidade).

Em relação a **diversidade dos indicadores** as três ferramentas se diferenciaram consideravelmente, utilizando a Ambitec-Agro 148 indicadores, a APOIA-NovoRural 62 indicadores e a ferramenta ISA apenas 23 indicadores. As ferramentas internacionais apresentam uma grande diversidade de indicadores cada modelo com suas peculiaridades, como IDEA com 53 indicadores e RISE com apenas 12 indicadores. Para selecionar indicadores para uma ferramenta De Olde, 2016 salienta que os critérios de seleção devem ser bem definidos, para que se obtenha um conjunto coerente de indicadores ao objetivo desejado pela ferramenta.

No quesito **critérios de agregação**, a ferramenta Ambitec-Agro se diferencia das ferramentas APOIA-NovoRural e ISA, acontecendo o mesmo nas ferramentas internacionais que apresentam modos singulares de agregação.

Das três ferramentas brasileiras analisadas em duas delas existe a possibilidade de ponderar os indicadores, sendo elas as Ambitec-Agro e APOIA-NovoRural, não existindo essa possibilidade no ISA. Nenhum dos autores estudados que analisaram comparativamente as ferramentas internacionais mencionam em seus estudos, a análise das ponderações das ferramentas.

Em relação a **disponibilidade de dados** (processual), as ferramentas brasileiras analisadas apresentaram diferenças. Essa variação também é observada nas ferramentas internacionais. As ferramentas RISE e IDEA são consideradas mais fáceis para acessar os dados, enquanto a ferramenta MOTIFS se mostra mais difícil.

Sobre a **facilidade de uso** as ferramentas brasileiras também mostraram diferenças entre elas. Os especialistas acordaram que as ferramentas Ambitec-Agro e ISA, ambas são fáceis de se aprender e usar, o que não ocorre com a

ferramenta APOIA-NovoRural que necessita de treinamento mais aprofundado. Essa variação também é observada nas ferramentas internacionais. As ferramentas IDEA e MESMIS são consideradas fáceis de aprender, enquanto a ferramenta RISE apresenta um pouco mais de dificuldade, já que se faz necessário treinamento dado pelos desenvolvedores da ferramenta.

Quanto a **transparência**, na fase de avaliação, observou-se diferenças entre as ferramentas brasileiras, com uma resposta positiva somente para a ferramenta Ambitec-Agro. Nas ferramentas ISA e APOIA-NovoRural por inexistir a necessidade de os produtores participarem na ponderação dos indicadores, os dados podem ser inseridos nos sistemas sem a participação destes.

Essa variação também é observada nas ferramentas internacionais. As ferramentas MESMIS, IDEA e MOTIFS são consideradas mais transparentes pelos seus métodos simples de agregação, cálculo e pontuação e a ferramenta RISE, menos. Diversos autores como: Lebacqz, Baret e Stilmant (2013), Niemeijer e De Groot (2008), Schader et al. (2014), Thorsøe et al. (2014) e De Olde (2017) debatem a necessidade de transparência nas ferramentas de sustentabilidade. Ela se faz necessária para entender em quais perspectivas, suposições e valores, os resultados da ferramenta são baseados e calculados. Sem essa percepção resta uma falsa impressão de objetividade, como se todos os aspectos fossem fixos e inegociáveis, limitando a possibilidade de entender e explicar os resultados e identificar ações de melhoria (DE OLDE, 2017). De acordo De Olde (2017) é importante reconhecer que a transparência também introduz a novos desafios. A transparência detalhada do funcionamento de uma ferramenta pode ser um desafio para as ferramentas de avaliação comercial, que preferem manter a confidencialidade. Transparência na estrutura e nos elementos das ferramentas (seleção de temas, indicadores, valores de referência, método de agregação) ofertará uma visão de como os resultados da avaliação são computados, ajudando a explicar os resultados da avaliação e identificar oportunidades de melhoria (DE OLDE, 2017).

Por fim, a avaliação da **relevância dos resultados** foi diferente entre as ferramentas e predominantemente positiva para a ferramenta Ambitec-Agro. Quando se analisa os resultados das ferramentas internacionais (RISE e IDEA) observa-se divergirem entre elas. A ferramenta RISE foi mais bem avaliada e a ferramenta IDEA menos. Aqueles que avaliaram como positivo, consideraram a

possibilidade de analisar os pontos fracos e fortes por dimensões separadas. Os que avaliaram negativamente consideraram que os resultados não são percebidos como novos pelos produtores, encontrando restrições da possibilidade de aplicações do conhecimento no contexto em que eles estão inseridos (DE OLDE, 2017).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração desta pesquisa foi orientada pelo objetivo geral de analisar as diferenças e similaridades dos métodos brasileiros de avaliação da sustentabilidade em propriedades agrícolas, o qual foi realizado em duas etapas principais (objetivos específicos): a) Comparar as três ferramentas em relação as dimensões normativas, sistêmica e processual; b) Discutir possíveis limites e potencialidades das ferramentas brasileiras em relação a aplicação delas no contexto rural e em comparação com as ferramentas internacionais similares.

Os pontos semelhantes identificados entre as ferramentas foram (a) na dimensão normativa: o objetivo de analisar o impacto ambiental, o conceito de desenvolvimento sustentável, a origem dos indicadores, a presença de mais de um nível hierárquico de avaliação e a função da ferramenta; (b) na dimensão sistêmica: a complexidade e a interação entre os indicadores; e (c) na dimensão processual: a fase preparatória, de seleção de indicadores, a compatibilidade, a precisão de saída e o entendimento do usuário e auxiliar na comunicação.

Apesar da comunalidade entre as ferramentas em relação ao objetivo de analisar o impacto ambiental, cabe destacar que elas se diferenciam em relação a unidade de análise.

A análise comparativa também revelou muitas outras diferenças entre as ferramentas nas três dimensões analisadas: (a) normativa: alta diversidade dos indicadores e critérios, critérios de agregação, possibilidade de ponderação; e (b) processual: disponibilidade de dados, facilidade de uso (fase de medição), transparência (fase de avaliação), e relevância (fase de aplicabilidade-utilidade).

A análise comparativa conduzida neste trabalho demonstra que as três ferramentas Ambietc-Agro, APOIA-NovoRural e ISA possuem cada uma suas vantagens e desvantagens, as quais se constituem em *trade-offs* a serem analisados na decisão sobre qual método adotar. Todas as avaliações podem aumentar a conscientização e revelar problemas específicos no caminho à sustentabilidade agrícola. Estes resultados indicaram também que uma não há uma única ferramenta que fosse a melhor em todos os quesitos analisados, mas todas elas apresentaram muitos pontos favoráveis ao propósito de avaliar a sustentabilidade nas propriedades agrícolas, variação essa também encontrada nas ferramentas internacionais.

Com relação aos possíveis limites e potencialidades das ferramentas brasileiras em relação a aplicação delas no contexto rural, destacou-se a característica de que em todas os indicadores foram estabelecidos a priori, assim como a impossibilidade de escolhê-los (dimensões normativa e processual), o que limitou a inclusão do entendimento sobre a sustentabilidade de produtores rurais, stakeholders e das características locais do estabelecimento rural a ser analisado.

Apesar do limite das ferramentas analisadas pela impossibilidade de escolher os indicadores, ferramentas padronizadas como as três analisadas possuem precisão nos resultados com potencial para utilização delas para um propósito de certificação das propriedades agrícolas. Independentemente da certificação, entende-se que elas também podem contribuir para o aprendizado e para iniciar o diálogo com os produtores rurais sobre desenvolvimento sustentável em suas propriedades.

Na execução da pesquisa ocorreram algumas limitações, muitas delas inesperadas e até incontornáveis. O projeto inicial contemplava executar entrevistas presenciais e saída a campo, atividades previstas que ficaram impraticável pela ocorrência da pandemia Covid-19. Outra dificuldade decorreu da inexistência de ferramentas nacionais de avaliação da sustentabilidade em propriedades rurais em maior número, que possibilitasse proceder uma avaliação comparativa mais ampla, confrontando as características metodológicas de um maior número de ferramentas diferentes.

Pensando em prosseguir desenvolvendo pesquisas na linha desenvolvida no presente trabalho, a experiência vivenciada aponta para a conveniência de reduzir o nível de complexidade das ferramentas a empregar, que permita proceder avaliações da sustentabilidade em maior número, na busca por ampliar a abrangência do público-alvo e, inclusive, orientar políticas públicas de apoio à implementação de práticas sustentáveis nas propriedades rurais. Outro aspecto importante a ser considerado refere-se ao aperfeiçoamento das ferramentas a serem aplicadas, no sentido de permitir escolher os indicadores de sustentabilidade conforme as peculiaridades encontradas nas avaliações preliminares procedidas referente às condições ambientais, econômicas e sociais vigentes na região a ser avaliada.

## REFERÊNCIAS

ARNETH, A. *et al.* **IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems**. Summary for Policy Makers. Geneva: IPCC, 2019.

BANSAL, P. Evolving sustainably: a longitudinal study of corporate sustainable development. **Strategic Management Journal**, v. 26, n. 3, p. 197-218, 2005.

BINDER, C. R.; FEOLA, G.; STEINBERGER, J. K. Considering the normative, systemic and procedural dimensions in indicator-based sustainability assessments in agriculture. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 30, n. 2, p. 71-81, 2010.

BRIQUEL, V. *et al.* La méthode IDEA (indicateurs de durabilité des exploitations agricoles): une démarche pédagogique. **Ingénieries eau-agriculture-territoires**, n. 25, p. 29- 39, 2001.

BRUNDTLAND, G. H. **Nosso futuro comum: comissão mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CÂNDIDO, G. D. A. *et al.* Avaliação da sustentabilidade de unidades de produção agroecológicas: um estudo comparativo dos métodos IDEA e MESMIS. **Ambiente & Sociedade**, n. 18, p. 99-120, 2015.

CARNEIRO, F. F. Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. EPSJV/Expressão Popular, 2015. 8598768804.

CONAMA. **Resolução 1 de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Publicado no Diário Oficial da União em 17 fev 1986. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=95508>>. Acesso em: 10 out. 2022.

CRUZ, J. F. CRUZ; MENA, Y.; RODRIGUÉZ-ESTEVEZ, V.. Methodologies for assessing sustainability in farming systems. In: GOKTEN, S.; GOKTEM, P. O. Sustainability Assessment and Reporting. 2018. Cap. 3. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=8S6RDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA33&dq=cruz+j+f+et+al+2018&ots=BMPA\\_twgy4&sig=NVKIfG4xi08ylyFuUZLcl-i1n2U#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=8S6RDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA33&dq=cruz+j+f+et+al+2018&ots=BMPA_twgy4&sig=NVKIfG4xi08ylyFuUZLcl-i1n2U#v=onepage&q&f=false)>. Acesso em: 08 set. 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/Intechopen.73236>

MARTINS, M. de F.; CÂNDIDO, G. A.; AIRES, A. B. Sustentabilidade em sistemas agrícolas integrados: uma aplicação do Método MESMIS em Cooperativa de Pequenos Produtores Rurais. **Brazilian Journal of Environmental Sciences**, n. 43, p. 64-84, 2017. Disponível em: <[http://www.rbciamb.com.br/index.php/Publicacoes\\_RBCIAMB/article/view/118](http://www.rbciamb.com.br/index.php/Publicacoes_RBCIAMB/article/view/118)>

>.Acesso em: 08 set. 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.5327/Z2176-947820170112>

DE OLDE, E. *et al.* Assessing sustainability at farm-level: lessons learned from a comparison of tools in practice. **Ecological Indicators**, n. 66, p. 391-404, 2016.

DE OLDE, E. Sustainable development of agriculture: contribution of farm-level assessment tools. Wageningen: Wageningen University: 2017. Disponível em: <<https://edepot.wur.nl/403334>>. Acesso em: 08 set. 2022.

DEMATTE FILHO, L. C. Gestão ambiental de atividades rurais no polo de agricultura natural de Ipeúna, SP. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.4, n.2., p.41-48, 2014.

ELKINGTON, J. **Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business**. Capstone, Oxford. 1997  
Ferreira *et al.* (2012)

FERREIRA, J. M. L. *et al.* Gestão ambiental: o papel protagonista do produtor rural. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.35, p. 26-38, 2014.

FERREIRA, J. M. L. *et al.* Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 33, n. 271, p. 12-25, 2012.

FOLEY, J. A. *et al.* Global consequences of land use. **Science**, v. 309, n. 5734, p. 570-574, 2005.

GOMES, E. G.; MELLO, J. C. C. B. S. d.; MANGABEIRA, J. A. d. C. Estudo da sustentabilidade agrícola em município amazônico com análise envoltória de dados. **Pesquisa Operacional**, v. 29, n. 1, p. 23-42, 2009.

HANI, F., F. S. *et al.* RISE, a tool for holistic sustainability assessment at the farm level. **International food and agribusiness management review**, v. 6, n.4, 2003. Disponível em: <file:///C:/Users/Ang%C3%A9lica/Documents/Revis%C3%B5es/laura/0604br01.pdf>. Acesso em 09 set. 2022.

HANI, F., F. S. *et al.* **An evaluation of tea farms in southern India with the sustainability assessment tool RISE**. 2006. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/228467030\\_An\\_Evaluation\\_of\\_Tea\\_Farms\\_in\\_Southern\\_India\\_with\\_the\\_Sustainability\\_Assessment\\_Tool\\_RISE/link/558cf53908ae40781c206ac4/download](https://www.researchgate.net/publication/228467030_An_Evaluation_of_Tea_Farms_in_Southern_India_with_the_Sustainability_Assessment_Tool_RISE/link/558cf53908ae40781c206ac4/download). Acesso em 09 set. 2022.

IPCC. Observed Changes and their Causes. In: IPCC (Ed.). **Climate Change 2014 Synthesis Report**. Geneva, Switzerland: IPCC, 2014. p. 2-7. Disponível em: <[https://ar5-syr.ipcc.ch/ipcc/ipcc/resources/pdf/IPCC\\_SynthesisReport.pdf](https://ar5-syr.ipcc.ch/ipcc/ipcc/resources/pdf/IPCC_SynthesisReport.pdf)>. Acesso em 09 set. 2022.

LAMPRIDI, M. G.; SØRENSEN, C. G.; BOCHTIS, D. Agricultural sustainability: a review of concepts and methods. **Sustainability**, v. 11, n. 18, p. 5120, 2019.

LEBACQ *et al.* (2013), Sustainability indicators for livestock farming: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 33, p. 311–327, 2013. Disponível em: < <https://link.springer.com/article/10.1007/s13593-012-0121-x>>. Acesso em 09 set. 2022.

LIMA, C. *et al.* **Avaliação de impactos ambientais com o Ambitec-Agro: estudo de caso do Sistema de Plantio Direto de Hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2014. DOI:10.13140/RG.2.1.2175.8888

MACHADO, Q. M.; AUDINO, V. Indicadores de sustentabilidade em Agroecossistemas (ISA): resultados da Bacia do Ribeirão Frutal. **Revista Eletrônica Multidisciplinar FACEAR**, 2016. Disponível em: < [MARCHAND, F. \*et al.\* Key characteristics for tool choice in indicator-based sustainability assessment at farm level. \*\*Ecology and Society\*\*, v. 19, n. 3, 2014.](https://revista.facear.edu.br/artigo/download/$/indicadores-de-sustentabilidade-em-agroecossistemas-isa-resultados-da-bacia-do-ribeirao-frutal-frutal-mg#:~:text=J%C3%A1%20o%20%C3%8Dndice%20M%C3%A9dio%20de,Sustentabilidade%20preconizada%20por%20este%20m%C3%A9todo.></a>. Acesso em 09 set. 2022.</p></div><div data-bbox=)

MASERA, O.; ASTIER, M.; LÓPEZ RIDAURA, S. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS. México: Mundi-Prensa: GIRA: Instituto de Ecología, 1999.

MEUL, M. *et al.* MOTIFS: a monitoring tool for integrated farm sustainability. **Agronomy for sustainable development**, v. 28, n. 2, p. 321-332, 2008.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 46.113**, de 19 de dezembro de 2012. Aprova a Metodologia Mineira para Aferição do Desempenho Socioeconômico e Ambiental de Propriedades Rurais. Minas Gerais, Belo Horizonte, 20 dez. 2012. Diário do executivo, p.2.

MONTEIRO, K. F. G. **Análise de indicadores de sustentabilidade socioambiental em diferentes sistemas produtivos com palma de óleo no Estado do Pará**. 198 f. 2013. Tese (Doutorado). Universidade Federal Rural da Amazônia, Pós graduação em Agroecossistemas da Amazônia. Belém: UFRA, 2013. Disponível em: < <http://www.abrapalma.org/pt/post-biblioteca-documentos/>>. Acesso em 09 set. 2022.

MONTEIRO, R. C.; RODRIGUES, G. S. A system of integrated indicators for socio-environmental assessment and eco-certification in agriculture—Ambitec-Agro. **Journal of Technology Management & Innovation**, v. 1, n. 3, p. 47-59, 2006.

NIEMEIJER, D., DE GROOT, R.S., 2008. A conceptual framework for selecting environmental indicator sets. **Ecological Indicators**, v. 8, n. 1, p. 14-25. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2006.11.012>

POLANY, M. **The tacit dimension**. Garden City: Anchor Books, 1966.

PRODANOV, C. C. ; FREITAS E. C. de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo, RS: Editora da Feevale, 2013.

RAMOS FILHO *et al.* Aplicação do sistema "apoia-novorural" para avaliação do desempenho ambiental do agroturismo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 21, n. 3, p. 409-423, 2004.

ROBERT, Y. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C. Sistema integrado de avaliação de impacto ambiental aplicado a atividades do Novo Rural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 4, p. 445-451, 2003.

RODRIGUES, G. S. *et al.* Integrated farm sustainability assessment for the environmental management of rural activities. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 30, n. 4, p. 229-239, 2010.

RODRIGUES, G.; KITAMURA, P. C. **Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária**: AMBITEC-AGRO. Jaguariúna, SP: Embrapa, 2003. Documentos 34.

RODRIGUES, G.S. **Análise de desempenho socioambiental da integração lavoura-pecuária-floresta na Unidade de Referência Tecnológica Sítio Nelson Guerreiro**. Brotas, SP: EMBRAPA, 2015.

RODRIGUES, G.S.; PIMENTA, S. C.; CASARINI, C. R. A. **Ferramentas de Avaliação de Impactos Ambientais e Indicadores de Sustentabilidade na Embrapa**. Jaguariúna, SP: Embrapa, 2016. Documentos: 105.

SCHADER *et al.* Scope and precision of sustainability assessment approaches to food systems. **Ecology and Society**, v. 19, n. 3, p. 42-58, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.5751/ES-06866-190342>

SEIDLER, E. P *et al.* The theme of sustainability in rural areas from a scientific approach. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 5, p. 572-580, 2018.

SILVA, A. C. *et al.* Proposta de indicadores de sustentabilidade para o município de frutal-minas gerais. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 6, n. 2, p. 272-285, 2017.

SILVA, M. da; FERREIRA, G. B.; RIBEIRO, F. N. O uso da metodologia MESMIS na avaliação de agroecossistemas com barragem subterrânea. In: CIEERD - CONGRESSO INTERNACIONAL INTERDISCIPLINAR EM EXTENSÃO RURAL E DESENVOLVIMENTO; ENCONTRO NACIONAL DE AGRICULTURA FAMILIAR, 3.; SEMANA DE CIÊNCIAS SOCIAIS, 6, 2017. **Anais** [...], EMBRAPA SOLOS, 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1085323/o-uso-da-metodologia-mesmis-na-avaliacao-de-agroecossistemas-com-barragem-subterranea>>. Acesso em: 09 set. 2022.

SIRAJ-BLATCHFORD, J.; MOGHARREBAN, C.; PARK, E. International research on education for sustainable development in early childhood. **Child**, v. 14, 2016. Disponível em: <<https://www.springer.com/series/7601>>. Acesso em: 09 set. 2022.

SOUZA, R. T. M. d.; MARTINS, S. R.; VERONA, L. A. F., Gestão ambiental de agroecossistemas familiares mediante utilização do método MESMIS. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 9. 2012. **Anais** [...], EMBRAPA, 2012. Disponível em: <<https://wp.ufpel.edu.br/consagro/files/2012/07/Toledo-Gest%C3%A3o-Mesmis-2012.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2022.

SOUZA, R. T. M. de; MARTINS, S. R.; VERONA, L. A. F. A metodologia MESMIS como instrumento de gestão ambiental em agroecossistemas no contexto da Rede CONSAGRO. **Revista Agricultura familiar: pesquisa, formação e desenvolvimento**, v. 11, n. 1, p. 39-56, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.18542/raf.v11i1.4676>

THEROND, O. *et al.* A new analytical framework of farming system and agriculture model diversities: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 37, n. 3, Jun. 2017.

THORSØE, M.H., ALRØE, H.F., NOE, E., 2014. Observing the observers: uncovering the role of values in research assessments of organic food systems. **Ecology and Society**, v. 19. 2014.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2015

ZAHM, F. *et al.* Évaluer la durabilité des exploitations agricoles: la méthode IDEA v4, un cadre conceptuel combinant dimensions et propriétés de la durabilité. **Cahiers Agricultures**, v. 28, n. 5, p. 10, 2019. Disponível em: <[https://www.cahiersagricultures.fr/articles/cagri/full\\_html/2019/01/cagri180035/cagri180035.html](https://www.cahiersagricultures.fr/articles/cagri/full_html/2019/01/cagri180035/cagri180035.html)>. Acesso em: 09 set. 2022.

ZAHM, F. *et al.* Assessing farm sustainability with the IDEA method—from the concept of agriculture sustainability to case studies on farms. **Sustainable development**, v. 16, n. 4, p. 271-281, jul. 2008. DOI:10.1002/sd.380

## ANEXO A



Universidade Federal de Pelotas  
PPGDTSA – Programa de Pós-graduação em  
Desenvolvimento Territorial e Sistemas  
Agroindustriais



## QUESTIONÁRIO

O Questionário tem como objetivo avaliar o aspecto processual (fase da aplicação e resultados) de 3 ferramentas de avaliação de sustentabilidade: Sistema de avaliação de impactos ambientais de inovações tecnológicas agropecuárias **AMBITEC-Agro**, Sistema de Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de Atividades do Novo Rural - **APOIA-Novo Rural** e Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas – **ISA**.

Para avaliação utilizamos a **escala Likert**, com pontuação de **1 a 5** (1 – Discordo Totalmente, 2 – Discordo, 3 – Nem concordo e nem discordo, 4 – Concordo e 5 – Concordo totalmente). Após a resposta será disponibilizado um espaço para justificar e comentar a escolha, caso achar necessário.

Se o entrevistado já utilizou **mais de uma das ferramentas**, pedimos que analise o mesmo questionário para cada ferramenta, com as mesmas perguntas.

Nome completo: \_\_\_\_\_

Ocupação: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Nome da Ferramenta: \_\_\_\_\_

A quem se destina a ferramenta e quem pode aplicá-la?

---



---



---



---

### Fase de medição (Quantificação dos indicadores)

1 – Você considera que os dados coletados durante a entrevista condizem com a realidade?

<b>Discordo Totalmente</b>	<b>Discordo</b>	<b>Nem concordo e nem discordo</b>	<b>Concordo</b>	<b>Concordo Totalmente</b>

Justificativa: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2 – Os dados solicitados pela ferramenta são de fácil acesso?

<b>Discordo Totalmente</b>	<b>Discordo</b>	<b>Nem concordo e nem discordo</b>	<b>Concordo</b>	<b>Concordo Totalmente</b>

Justificativa: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3 – Você considera fácil a aplicação da ferramenta (software, questionário, planilha e gráficos)?

<b>Discordo Totalmente</b>	<b>Discordo</b>	<b>Nem concordo e nem discordo</b>	<b>Concordo</b>	<b>Concordo Totalmente</b>

Justificativa: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4 – Os dados solicitados pela ferramenta são compatíveis com os dados disponíveis na propriedade agrícola?

<b>Discordo Totalmente</b>	<b>Discordo</b>	<b>Nem concordo e nem discordo</b>	<b>Concordo</b>	<b>Concordo Totalmente</b>

Justificativa: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### **Fase de Avaliação (Agregação de Indicadores)**

5 – Há participação dos usuários nos processos de cálculo, pesagem e agregação da ferramenta?

<b>Discordo Totalmente</b>	<b>Discordo</b>	<b>Nem concordo e nem discordo</b>	<b>Concordo</b>	<b>Concordo Totalmente</b>

Justificativa: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6 – Os resultados da aplicação da ferramenta condizem com a realidade da propriedade agrícola em que foi aplicada?

<b>Discordo Totalmente</b>	<b>Discordo</b>	<b>Nem concordo e nem discordo</b>	<b>Concordo</b>	<b>Concordo Totalmente</b>

Justificativa: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

7 – A ferramenta tem complexidade necessária para o sucesso da avaliação?

<b>Discordo Totalmente</b>	<b>Discordo</b>	<b>Nem concordo e nem discordo</b>	<b>Concordo</b>	<b>Concordo Totalmente</b>

Justificativa: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

8 – Os resultados obtidos pela ferramenta são de fácil entendimento pelo usuário?

<b>Discordo Totalmente</b>	<b>Discordo</b>	<b>Nem concordo e nem discordo</b>	<b>Concordo</b>	<b>Concordo Totalmente</b>

Justificativa: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

### Aplicação dos resultados da avaliação e acompanhamento

9 – São feitas reuniões periódicas para avaliação e continuidade de ações voltadas a sustentabilidade?

<b>Discordo Totalmente</b>	<b>Discordo</b>	<b>Nem concordo e nem discordo</b>	<b>Concordo</b>	<b>Concordo Totalmente</b>

Justificativa: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

10 – O agricultor tem a percepção da importância da continuidade da aplicação dessa ferramenta?

<b>Discordo Totalmente</b>	<b>Discordo</b>	<b>Nem concordo e nem discordo</b>	<b>Concordo</b>	<b>Concordo Totalmente</b>

Justificativa: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_