

UNIOESTE – UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PR
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CCA
PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL

TIAGO AMARAL SILVA

**SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL DA
MELIPONICULTURA**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PARANÁ - BRASIL

2025

TIAGO AMARAL SILVA

**SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL DA
MELIPONICULTURA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável do Centro de Ciências Agrárias da Unioeste – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Desenvolvimento Rural Sustentável.

Linha de Pesquisa: Desenvolvimento territorial, meio ambiente e sustentabilidade rural.

Orientadora: Profa. Dra. Irene Carniatto de Oliveira

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PARANÁ - BRASIL**

2025

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Amaral Silva, Tiago
Sustentabilidade socioeconômica e ambiental da
meliponicultura / Tiago Amaral Silva; orientadora Irene
Carniatto de Oliveira. -- Marechal Cândido Rondon, 2025.
137 p.

Tese (Doutorado Campus de Marechal Cândido Rondon) --
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências
Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural
Sustentável, 2025.

1. Meliponicultura. 2. Sustentabilidade. 3. Indicadores.
4. Bibliometria. I. Carniatto de Oliveira, Irene, orient. II.
Título.



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Reitoria

CNPJ 78.680.337/0001-84

Rua Universitária, 1619, Jardim Universitário

Tel.: (45) 3220-3000 - www.unioeste.br

CEP: 85819-110 - Cx. P.: 701

Cascavel - PARANÁ



PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO

TIAGO AMARAL SILVA

SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL DA MELIPONICULTURA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Doutor em Desenvolvimento Rural Sustentável, área de concentração Desenvolvimento Rural Sustentável, linha de pesquisa Desenvolvimento Territorial, Meio Ambiente e Sustentabilidade Rural, APROVADO pela seguinte banca examinadora:



Documento assinado digitalmente

IRENE CARNIATTO DE OLIVEIRA

Data: 08/04/2025 19:16:24-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientador(a) - Irene Carniatto de Oliveira

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)



Documento assinado digitalmente

NARDEL LUIZ SOARES DA SILVA

Data: 10/04/2025 09:33:05-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Nardel Luiz Soares da Silva

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)



Documento assinado digitalmente

ALVORI AHLERT

Data: 10/04/2025 11:47:39-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Alvori Ahlert

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)



Documento assinado digitalmente

REGINA CONCEIÇÃO GARCIA

Data: 09/04/2025 10:04:52-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Regina Conceição Garcia

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)



Documento assinado digitalmente

GABRIELE ANTICO FREIRIA

Data: 10/04/2025 19:43:34-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Gabriele Antico Freiria

Instituto Federal do Paraná (IFPR)

Marechal Cândido Rondon, 2 de abril de 2025.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família. Em especial, à minha esposa, Sônia Mandotti, pelo incondicional apoio durante a trajetória, e aos nossos filhos, Luiz Henrique e Felipe.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha orientadora, professora Dra. Irene Carniatto, por me guiar desde o início, facilitando o desenvolvimento desta tese, trilhando o percurso teórico-metodológico e tranquilizando-me nos momentos de incerteza.

Sou grato aos professores do PPGDRS, cujas contribuições, em suas disciplinas interdisciplinares, enriqueceram minha trajetória acadêmica. Sem dúvidas, vocês são exemplos de excelência para todos os cursos de Pós-Graduação do país. Registro meu reconhecimento aos líderes que estiveram à frente do Programa durante minha breve passagem, especialmente aos coordenadores, Dr. Wilson Zonin e Dr. Armin Feiden, aos secretários, Lizete e Cleyton, e aos demais servidores que sempre prezaram pela qualidade do PPGDRS.

Agradeço à CAPES por coordenar e por avaliar os programas de pós-graduação em todo o país.

Agradeço ao Instituto Federal do Paraná, Campus Assis Chateaubriand, por conceder-me a oportunidade da dedicação exclusiva ao doutorado. Essa condição de trabalho foi crucial para que eu me concentrasse no desenvolvimento profissional e científico, imprescindível para minha formação acadêmica como docente.

Aos meus colegas, mestrandos e doutorandos da turma de 2022 do PPGDRS. Muito obrigado pelas ricas trocas de experiências e pelas reflexões geradas durante nossas aulas e nossos debates.

Minha profunda gratidão aos meliponicultores que participaram da pesquisa, fornecendo informações durante a aplicação dos questionários. Vocês são os verdadeiros protagonistas no desenvolvimento da meliponicultura na Região Oeste do Paraná. Sem essa colaboração, os resultados deste trabalho não seriam possíveis.

Não poderia deixar de agradecer aos meus familiares, em especial à minha esposa, Sônia, pela paciência e por segurar as pontas com os nossos filhos enquanto eu me dedicava aos estudos. Agradeço também aos nossos filhos, Luiz Henrique e Felipe, por todo amor e compreensão.

Finalmente, agradeço à minha mãe, Eliane, e minha irmã, Camila, que sempre me apoiaram em cada etapa da trajetória acadêmica e profissional.

RESUMO

AMARAL, Tiago Silva. Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE – 2025. Sustentabilidade socioeconômica e ambiental da meliponicultura. Orientadora: Profa. Dra. Irene Carniatto de Oliveira.

A meliponicultura tem se consolidado como uma alternativa viável para a diversificação das atividades produtivas no meio rural e como uma estratégia relevante na conservação ambiental de abelhas nativas sem ferrão, especialmente em pequenas propriedades. Na Região Oeste do estado do Paraná, observa-se um crescimento do interesse por essa atividade, motivado tanto pelo potencial de geração de renda quanto pelos serviços ambientais associados, como a polinização e a preservação da biodiversidade. Diante disso, esta tese buscou avaliar se a meliponicultura, praticada em ambientes rurais e urbanos dessa região, pode ser considerada sustentável em seus aspectos sociais, econômicos e ambientais. O objetivo geral foi avaliar a sustentabilidade da meliponicultura no Oeste paranaense, a partir de três objetivos específicos: primeiro, mapear a produção científica sobre a temática por meio de estudo bibliométrico; segundo, identificar os principais indicadores utilizados para mensurar a sustentabilidade em sistemas de manejo de recursos naturais, e terceiro, avaliar, com base em dados empíricos, os indicadores sociais, econômicos e ambientais da atividade em propriedades urbanas e rurais. A metodologia combinou revisão sistemática do referencial teórico sobre meliponicultura e sustentabilidade, além de pesquisa de campo com dados primários obtidos em 58 propriedades. Utilizou-se como referencial teórico-metodológico o Marco para Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade - MESMIS. Os resultados, obtidos entre 2022 e 2024, demonstram que a meliponicultura apresenta potencial para ser considerada uma atividade sustentável nas três dimensões avaliadas. Destaca-se sua contribuição para a integração entre áreas urbanas e rurais, a geração de renda com baixo custo de produção e a valorização de saberes tradicionais articulados ao conhecimento científico. Contudo, a dimensão econômica apresentou os menores desempenhos médios, indicando a necessidade de investimentos em políticas públicas, assistência técnica especializada e fortalecimento de redes de cooperação entre os meliponicultores. A pesquisa contribui para o entendimento da realidade local e aponta caminhos para o desenvolvimento sustentável da meliponicultura.

Palavras-chave: Bibliometria; Indicadores; Meliponicultura; Sustentabilidade.

ABSTRACT

AMARAL, Tiago Silva. Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE – 2025. Socio-economic and environmental sustainability of meliponiculture. Advisor: Dr.^a Irene Carniatto de Oliveira.

Meliponiculture has become a viable alternative for diversifying productive activities in rural areas and a relevant strategy for the environmental conservation of native stingless bees, particularly on smallholder farms. In the western region of the state of Paraná, there is growing interest in this activity, driven both by its income-generating potential and by the associated environmental services, such as pollination and biodiversity preservation. In this context, this dissertation aimed to assess whether meliponiculture, as practiced in rural and urban environments in this region, can be considered sustainable in its social, economic, and environmental dimensions. The general objective was to evaluate the sustainability of meliponiculture in western Paraná, based on three specific objectives: first, to map the scientific literature on the subject through a bibliometric study; second, to identify the main indicators used to measure sustainability in natural resource management systems; and third, to empirically assess the social, economic, and environmental indicators of meliponiculture on urban and rural properties. The methodology combined a systematic review of the theoretical framework on meliponiculture and sustainability with field research based on primary data collected from 58 properties. The theoretical-methodological framework used was the "Framework for the Evaluation of Natural Resource Management Systems Incorporating Sustainability Indicators" (MESMIS). The results, obtained between 2022 and 2024, demonstrate that meliponiculture has the potential to be considered a sustainable activity across all three assessed dimensions. Its contributions include fostering integration between urban and rural areas, generating income with low production costs, and valuing traditional knowledge in conjunction with scientific understanding. However, the economic dimension showed the lowest average performance, indicating a need for investment in public policies, specialized technical assistance, and the strengthening of cooperation networks among practitioners of stingless beekeeping. This research contributes to understanding the local context and offers pathways for the sustainable development of meliponiculture.

Keywords: Bibliometrics; Indicators; Meliponiculture; Sustainability.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais referências.....	31
Tabela 2 - Periódicos e revistas mais influentes.....	32
Tabela 3 - Localização e número de meliponários avaliados.....	71
Tabela 4 - Apuração geral dos sistemas de produção e dos indicadores por dimensão.....	109
Tabela 5 - Médias por indicadores de sustentabilidade compostos (ISC).....	115
Tabela 6 - Classificação dos sistemas mais sustentáveis.....	117
Tabela 7 - Classificação dos sistemas mais insustentáveis.....	117
Tabela 8 - Teste estatístico de amostras independentes.....	119
Tabela 9 - Médias por atributos de sustentabilidade dos sistemas.....	120

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Síntese do percurso da pesquisa.....	26
Quadro 2 - Principais indicadores utilizados em pesquisas que avaliam agroecossistemas familiares.....	45
Quadro 3 - Objetivos dos estudos dos artigos avaliados.....	49
Quadro 4 - Escala de Sustentabilidade utilizada para o método MESMIS.....	69
Quadro 5 - Espécies de abelhas nativas sem ferrão da Região Oeste do Paraná.....	75
Quadro 6 - Critérios de diagnósticos e os indicadores adotados.....	79
Quadro 7 - Indicadores selecionados por dimensões.....	80
Quadro 8 - Variáveis adotadas para a avaliação do nível de escolaridade.....	82
Quadro 9 - Variáveis adotadas para a avaliação da qualificação profissional.....	82
Quadro 10 - Variáveis adotadas para a avaliação da organização do sistema de manejo.....	83
Quadro 11 - Variáveis adotadas para a avaliação da autonomia gerencial.....	84
Quadro 12 - Variáveis adotadas para a avaliação da inovação e da adaptação tecnológica.....	85
Quadro 13 - Variáveis adotadas para a avaliação da satisfação com a atividade da meliponicultura.....	85
Quadro 14 - Variáveis adotadas para a avaliação da perspectiva de permanência na meliponicultura.....	86
Quadro 15 - Variáveis adotadas para a avaliação da sucessão na atividade.....	87
Quadro 16 - Variáveis adotadas para a avaliação da assistência técnica.....	87
Quadro 17 - Variáveis adotadas para a avaliação do conhecimento e do uso das normas da meliponicultura.....	88
Quadro 18 - Variáveis adotadas para a avaliação do acesso ao crédito.....	89
Quadro 19 - Variáveis para a avaliação do grau de rentabilidade na meliponicultura.....	90
Quadro 20 - Variáveis para a avaliação do fluxo financeiro vindo da meliponicultura.....	91
Quadro 21 - Variáveis para avaliação da distribuição do orçamento familiar.....	92
Quadro 22 - Variáveis adotadas para a avaliação do nível de endividamento.....	92
Quadro 23 - Variáveis para a avaliação da autossuficiência financeira na atividade.....	93
Quadro 24 - Variáveis para a avaliação da suficiência da mão de obra familiar.....	94
Quadro 25 - Variáveis adotadas para a avaliação do nível de associativismo.....	94
Quadro 26 - Variáveis adotadas para a avaliação do nível de acesso a mercados.....	95
Quadro 27 - Variáveis adotadas para a avaliação da adesão aos órgãos de fiscalização.....	96
Quadro 28 - Variáveis adotados para a avaliação da origem das espécies criadas.....	97
Quadro 29 - Variáveis adotadas para a avaliação da disponibilidade de vegetação.....	98
Quadro 30 - Variáveis para a avaliação do manejo e do controle de doenças e pragas.....	98
Quadro 31 - Variáveis adotadas para a avaliação do uso de agrotóxicos na propriedade.....	99
Quadro 32 - Variáveis adotadas para a avaliação da origem da água na propriedade.....	99
Quadro 33 - Variáveis sobre a disponibilidade de água na propriedade.....	100
Quadro 34 - Variáveis para avaliar a qualidade da água.....	101
Quadro 35 - Indicadores compostos e seus respectivos indicadores individuais.....	102

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Meliponário coletivo e individual.....	20
Figura 2 - Os dez principais países responsáveis pelo desenvolvimento de pesquisas na área da meliponicultura.....	27
Figura 3 - Dez instituições mais influentes em número de trabalhos publicados.....	28
Figura 4 - Principais categorias WoS e números por ano das publicações.....	29
Figura 5 - Gráfico de rede das referências bibliográficas mais relevantes.....	30
Figura 6 - Mapa de coocorrência das principais palavras-chave.....	34
Figura 7 - Gráfico de coocorrência das principais palavras-chave.....	35
Figura 8 - Etapas e as interações do MESMIS.....	43
Figura 9 - Exemplo de gráfico radar utilizado para a apresentação dos resultados.....	48
Figura 10 - Mapa da demanda por polinização e déficit de vegetação.....	66
Figura 11 - Localização da Mesorregião Oeste no estado do Paraná - Brasil.....	70
Figura 12 - A: meliponário rural, modelo condomínio. B: meliponário urbano, modelo condomínio. C: meliponário rural, modelo individual. D: meliponário urbano, modelo individual.....	72
Figura 13 - Processo de fabricação de caixas para abrigar os enxames.....	73
Figura 14 - Imagens do encontro de meliponicultores da Região Oeste do Paraná.....	107
Figura 15 - Escalas dos indicadores da dimensão social.....	110
Figura 16 - Escalas dos indicadores da dimensão econômica.....	112
Figura 17 - Escalas dos indicadores da dimensão ambiental.....	114
Figura 18 - Médias gerais dos indicadores de sustentabilidade compostos.....	115

LISTA DE SIGLAS

ABELHA - Associação Brasileira de Estudo das Abelhas
ADAPAR - Agência de Defesa Agropecuária do Paraná
AMASF - Associação de Meliponicultores de Foz do Iguaçu
AME - Associação de Meliponicultores do Litoral do Paraná
ANAMEL - Associação de Meliponicultores de Mandirituba
APROPEL - Associação dos Produtores Orgânicos e dos Meliponicultores de São José dos Pinhais
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
CTM - Câmara Técnica Setorial de Meliponicultura do estado do Paraná
DAP - Declaração de Aptidão ao Pronaf
EEI - Espécies Exóticas Invasoras
EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EUA - Estados Unidos da América
FAO - Food and Agriculture Organization
GTA - Guia de Transporte Animal
IAP - Instituto Ambiental do Paraná
IAT - Instituto Água e Terra
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IDEA - Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles
IFPR - Instituto Federal do Paraná
INPA - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
ISC - Indicadores de Sustentabilidade Compostos
MADERUS - Metodologia de Avaliação do Desenvolvimento Rural Sustentável
MESMIS - Marco para Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas Familiares
PRONAF - Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
WOS - Web of Science

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	10
ESTRUTURAÇÃO DA TESE.....	12
REFERÊNCIAS.....	13
1 CIÊNCIA E MELIPONICULTURA: ESTUDO BIBLIOMÉTRICO SOBRE AS ABELHAS NATIVAS SEM FERRÃO.....	14
1.1 INTRODUÇÃO.....	14
1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
1.2.1 As abelhas-sem-ferrão.....	17
1.2.2 A criação racional dos meliponíneos - meliponicultura.....	18
1.2.3 Abelhas-sem-ferrão e sustentabilidade.....	20
1.2.4 Educação ambiental e meliponicultura.....	22
1.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
1.4 RESULTADOS.....	26
1.4.1 Mapeamento científico.....	26
1.4.2 Performance acadêmica.....	32
1.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
REFERÊNCIAS.....	36
2 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE ADOTADOS EM AVALIAÇÕES DE SISTEMAS DE MANEJO DE RECURSOS NATURAIS.....	39
2.1 INTRODUÇÃO.....	39
2.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	41
2.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	44
2.4 RESULTADOS.....	45
2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
REFERÊNCIAS.....	53
3 SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL DA MELIPONICULTURA...55	55
3.1 INTRODUÇÃO.....	55
3.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	57
3.2.1 Avaliação da sustentabilidade por meio de indicadores.....	57
3.2.2 As dimensões da sustentabilidade na meliponicultura.....	60
3.3 MATERIAL E MÉTODO.....	68
3.4 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DO MÉTODO.....	69
3.4.1 Determinação do objeto de estudo.....	69
3.4.2 Análise e identificação dos pontos críticos.....	76
3.4.3 Seleção dos critérios de diagnóstico e indicadores.....	79
3.4.4 Descrição dos critérios de diagnóstico para os indicadores sociais.....	81
3.4.5 Descrição dos critérios de diagnóstico para os indicadores econômicos.....	89
3.4.6 Descrição dos critérios de diagnóstico para os indicadores ambientais.....	96
3.4.7 Descrição dos indicadores de sustentabilidade compostos.....	102
3.4.8 Medição e monitoramento dos indicadores.....	106
3.5 RESULTADOS.....	108
3.5.1 Indicadores sociais.....	110

3.5.2 Indicadores econômicos.....	111
3.5.3 Indicadores ambientais.....	113
3.5.4 Indicadores de sustentabilidade compostos.....	114
3.5.5 Indicadores por sistemas de manejo.....	116
3.5.6 Indicadores por atributos de sustentabilidade.....	120
3.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	123
REFERÊNCIAS.....	124
CONSIDERAÇÕES FINAIS GERAIS.....	129
APÊNDICE.....	131

INTRODUÇÃO GERAL

Por séculos, os povos indígenas mantêm a tradição da meliponicultura, ou criação de meliponíneos, popularmente conhecidos como abelhas-indígenas sem ferrão, dotados de ferrão atrofiado e hábitos sociais (Giordani, 2021). Após a década de 1950, o termo meliponicultura começa a ser difundido pelo pesquisador brasileiro Paulo Nogueira Neto, inicialmente para referir-se ao manejo dessas abelhas e, mais recente, utilizado para orientar toda a cadeia produtiva do mel de abelhas nativas, estabelecida pela legislação vigente.

Voltada à produção de mel, por passatempo, para estudos ou por questões ambientais, a meliponicultura tem a característica peculiar de contribuir com a conservação e a preservação de acervos genéticos de espécies de abelhas nativas, frequentemente encontradas nos meliponários das propriedades urbanas e rurais do Brasil (Menezes, 2018). O meliponário é o ambiente onde são manejados, protegidos e estudados os meliponíneos e, por padrão, deve oferecer condições ambientais adequadas, como temperatura e umidade controladas, disponibilidade de vegetação e água, além de proteção contra predadores e intempéries (Giordani, 2021; Nogueira-Neto, 1997).

Incentivada por instituições de ensino e pesquisa, a meliponicultura é fomentada por programas de formação inicial e aperfeiçoamento dos meliponicultores, adjetivo atribuído aos produtores ou criadores dos meliponíneos. A Embrapa, por exemplo, oferece gratuitamente material didático e capacitação on-line em seu endereço eletrônico. O Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná - IDR, disponibiliza cursos e assistência aos apicultores e interessados. Já o “Poliniza Paraná”, um projeto estadual, incentiva a implementação de meliponários públicos, destinados à educação ambiental e à formação de novos adeptos no estado.

Na mesma linha, projetos locais, como os “Jardins de Mel”, em Curitiba-PR, dispõem de enxames espalhados por parques da capital com o intuito de divulgar a importância das abelhas no processo de polinização e manutenção da vida. O projeto “Quintais de Mel”, sob a iniciativa do Instituto Federal do Paraná (IFPR) no município de Assis Chateaubriand, cria conteúdos e estimula a sensibilização da comunidade em relação à criação das abelhas-sem-ferrão.

A experiência de atuar na coordenação do “Quintais de Mel”, a docência no IFPR e os quase oito anos como meliponicultor na região, motivou a busca por mais informações e o apoio à meliponicultura local e à preservação das diversas espécies ameaçadas. Um dos resultados foi o artigo publicado por Amaral e Carniatto (2023), que discute o declínio das abelhas a partir do estudo bibliométrico das publicações realizadas nas últimas duas décadas. A produção aponta a perda de habitat, sendo a agricultura intensiva o principal fator do declínio, além do aquecimento global e de outras ações humanas influentes no colapso de várias espécies de insetos.

Esse cenário contrasta com a relevância exercida por todos os agentes polinizadores, sobretudo com a reconhecida importância das mais de 600 espécies de abelhas-sem-ferrão na produção agrícola mundial (Menezes, 2018). Por serem seres sociais, formarem colônias perenes e populosas, e não representarem riscos à saúde humana, podem contribuir em ganhos na produção de alimentos, pois, o serviço da polinização prestado por esses animais corresponde cerca de 5 a 8% de toda a produção global (Menezes, 2018).

Com esse relevante serviço prestado, Menezes (2018) destaca o crescimento do interesse e da busca por abelhas nativas sem ferrão no Brasil, fomentando a criação de políticas públicas como, por exemplo, a Lei n.º 14.639 de julho de 2023. O documento estabelece a Política Nacional de Incentivo à meliponicultura, visando ao desenvolvimento de produtos e serviços apícolas e meliponícolas. Segundo a Agência de Notícias do Senado Federal, os objetivos da lei incluem a criação de instrumentos como incentivos de crédito para a produção, o manejo, o processamento e a comercialização; estímulo à pesquisa e ao desenvolvimento tecnológico; assistência técnica e extensão rural; seguro rural; certificações de origem social e ambiental, e instituição de selo de qualidade.

Apesar das expectativas geradas pelas políticas e iniciativas de incentivo à criação de abelhas no Paraná, percebe-se no estado uma escassez de dados públicos e pesquisas voltadas ao tema. Essa carência é referente, especialmente, às características zootécnicas, indicadores ambientais e socioeconômicos que identifiquem o cenário da meliponicultura e a sua relação com a sustentabilidade local.

Nesse contexto, destaca-se o problema da pesquisa: **a meliponicultura em ambientes rurais e urbanos na Região Oeste do Paraná pode ser considerada sustentável em seus aspectos sociais, econômicos e ambientais?**

E as razões são pelo potencial da meliponicultura integrar o urbano e o rural e por permitir a sucessão do conhecimento tradicional e científico, além da possibilidade de gerar renda com baixo custo de produção e de serviços de polinização de ecossistemas, preservando e conservando a biodiversidade local.

Com o objetivo geral de avaliar a sustentabilidade da meliponicultura do Oeste paranaense, foram delimitados três objetivos específicos:

1º- mapear a meliponicultura por meio de um estudo bibliométrico (Artigo 1).

2º- identificar os principais indicadores quantitativos e qualitativos adotados em pesquisas sobre sustentabilidade em sistemas de manejo de recursos naturais (Artigo 2).

3º- avaliar os indicadores sociais, econômicos e ambientais da meliponicultura em propriedades urbanas e rurais da Região Oeste do Paraná (Artigo 3).

Os referenciais teóricos, as características metodológicas e os resultados dos estudos apresentados, a seguir, alinham-se à linha de pesquisa “Desenvolvimento Territorial, Meio Ambiente e Sustentabilidade Rural”, do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável – Mestrado e Doutorado, da UNIOESTE - Campus de Marechal Cândido Rondon. O programa desenvolve temas como o planejamento e a gestão agrícola, ambiental e agroindustrial, abordando as evoluções tecnológicas e as mudanças sociais necessárias ao processo de produção e industrialização sustentável. Além disso, enfatiza a territorialização do ambiente e da sociedade, e a formulação e a execução de políticas públicas nas múltiplas dimensões alusivas ao Desenvolvimento Rural Sustentável.

ESTRUTURAÇÃO DA TESE

Este texto conta com três artigos científicos, contemplando os três objetivos específicos já mencionados na introdução geral. No primeiro artigo, intitulado “**Ciência e meliponicultura: estudo bibliométrico sobre as abelhas nativas sem ferrão**”, apresentam-se alguns temas de relevância no campo da meliponicultura e suas interconexões com a problemática da sustentabilidade. A pesquisa bibliométrica, com uso de fontes secundárias coletadas na base de dados da *Web of Science* (WoS) e com as produções bibliográficas relacionadas ao termo de busca meliponicultura, publicadas entre os anos de 1993 e 2022, permitiu analisar o progresso científico e as tendências históricas dos estudos sobre a temática.

O segundo artigo, **“Indicadores de sustentabilidade adotados em avaliações de sistemas de manejo de recursos naturais”**, é um estudo de revisão bibliográfica e tem como objetivos avaliar as experiências de pesquisadores e identificar os principais indicadores de sustentabilidade utilizados em pesquisas sobre sistemas de manejo de recursos naturais. Foram levantados aproximadamente 174 indicadores, distribuídos em categorias: 59 indicadores ambientais; 53 indicadores econômicos; 60 indicadores sociais e 2 indicadores de saúde. A busca por experiências de outros pesquisadores orientou a elaboração dos indicadores, das variáveis e das escalas da pesquisa, utilizados no terceiro artigo desta tese.

E o terceiro, **“Sustentabilidade socioeconômica e ambiental da meliponicultura”**, apresenta os resultados de uma pesquisa e os dados primários coletados junto aos meliponicultores, com objetivo de avaliar os indicadores sociais, econômicos e ambientais da meliponicultura nas propriedades urbanas e rurais da Região Oeste do Paraná, onde estão instalados os meliponários dos produtores.

REFERÊNCIAS

AMARAL, Tiago; CARNIATTO, Irene. O declínio das abelhas a partir das publicações levantadas em um estudo bibliométrico. **Ensaio e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde**, [S. l.], v. 27, n. 3, p. 308–313, 2023. DOI: 10.17921/1415-6938.2023v27n3p308-313.

AMARAL, Tiago; FELIPPSEN, Eduardo Alberto; MANDOTTI, Sônia Maria; SIMÃO, Daniel Ferreira; GIMENES, Gabriela Martines. O “quintais de mel”: a criação de abelhas sem ferrão como ferramenta de educação ambiental. **Revista Extensão & Cidadania**. v 9i. n 15. jan/jun, 2021. p. 187-198. Disponível em: <https://doi.org/10.22481/recuesb.v9i15.8714>. Acesso em: 30 ago. 2021.

GIORDANI, Rubie José. **Criação racional de abelhas nativas sem ferrão: meliponicultura**. 1. ed. Joinville-SC: Clube de autores publicações S.A. 2021.

MENEZES, Cristiano. A relação da agricultura com a atividade de criação de abelhas. In: NETO, Ayrton Vollet; MENEZES, Cristiano (org.). **Desafios e recomendações para o manejo e transporte de polinizadores**. Associação Brasileira de Estudos das Abelhas - A.B.E.L.H.A. São Paulo, 2018. p. 11-24.

NOGUEIRA-NETO, Paulo. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão**. São Paulo: Ed. Nogueirapis, 1997.

1 CIÊNCIA E MELIPONICULTURA: ESTUDO BIBLIOMÉTRICO SOBRE AS ABELHAS NATIVAS SEM FERRÃO

RESUMO: O objetivo deste estudo foi identificar as tendências das publicações científicas envolvendo a temática da meliponicultura e das abelhas-sem-ferrão (Hymenoptera, Apidae, Meliponini), além de verificar possíveis alinhamentos dessas produções com a problemática da sustentabilidade. Trata-se de um estudo de revisão bibliométrica, com análise de metadados em 1.721 trabalhos indexados na base *Web of Science* (WoS), publicados entre os anos 1993 e 2022. A organização e a análise dos dados, além da construção de redes de coocorrência, contaram com o apoio de indicadores e de gráficos da WoS, do Google Planilhas e do software VOSviewer. Os resultados registram que as áreas de Entomologia, Ecologia e Ciências Ambientais lideram os estudos sobre o tema, destacando um relevante crescimento nas publicações entre 2018 e 2022, possivelmente impulsionado pelas redes sociais e pelo crescente interesse por práticas sustentáveis, por educação ambiental e pela valorização cultural das abelhas-sem-ferrão e da meliponicultura. O Brasil se destacou como o país com maior número de pesquisas vinculadas ao tema e como líder em publicações, com forte atuação de instituições como a USP, a UFV e a EMBRAPA. A análise evidencia temas recorrentes nas palavras-chave, destaca periódicos influentes e revela tendências de pesquisa, além de apontar lacunas nas áreas sociais e humanas, referentes à escassez de estudos que conectem a meliponicultura às suas implicações sociais e culturais. Concluímos que a meliponicultura é um campo interdisciplinar em ascensão nas pesquisas científicas, com expressiva relevância socioambiental e com grande potencial para o desenvolvimento de novas tecnologias e práticas sustentáveis.

Palavras-chave: Educação ambiental; Mapeamento científico; Meliponíneos; Metadados; Sustentabilidade.

ABSTRACT: The aim of this study was to identify trends in scientific publications related to meliponiculture and stingless bees (Hymenoptera, Apidae, Meliponini), as well as to assess the extent to which these studies align with sustainability-related issues. This is a bibliometric review study based on metadata analysis of 1,721 works indexed in the Web of Science (WoS) database, published between 1993 and 2022. Data organization and analysis, including the construction of co-occurrence networks, were supported by indicators and charts from WoS, Google Sheets, and the VOSviewer software. The results indicated that the fields of Entomology, Ecology, and Environmental Sciences lead research on the topic, highlighting a significant increase in publications from 2018 to 2022 - possibly driven by social media and growing interest in sustainable practices, environmental education, and the cultural appreciation of stingless bees and meliponiculture. Brazil stood out as the country with the highest number of research outputs on the topic and as a leader in publications, with prominent contributions from institutions such as USP, UFV and EMBRAPA. The analysis revealed recurring themes through keyword analysis, highlighted influential journals, and uncovered research trends, while also pointing out gaps in the social and human sciences - particularly the scarcity of studies that connect meliponiculture to its social and cultural implications. It is concluded that meliponiculture is an emerging interdisciplinary field within scientific research, with significant socio-environmental relevance and great potential for the development of new technologies and sustainable practices.

Keywords: Environmental education; Scientific mapping; Meliponíneos; Metadata; Sustainability.

1.1 INTRODUÇÃO

As transformações ambientais ocasionadas pelo homem, e o curso dos seus efeitos drásticos, são discutidas em meios de comunicação, em redes sociais e,

majoritariamente, em pesquisas científicas que têm alertado sobre o tema. O colapso ambiental da rica biodiversidade existente no Brasil, provocado pelas disputas de interesses de grupos minoritários, fomenta as manchetes e as páginas dos jornais. Quase sempre, as narrativas incluem nos roteiros: “a sobrevivência de espécies vegetais e animais está em risco”; “as queimadas e os desmatamentos na Amazônia e Cerrado se intensificam”; “centenas de milhares morrem pela maior das crises sanitárias da história”; “o governo aprova novas medidas para atenuar os crimes ambientais”, entre outras.

No Brasil e em outros países latino-americanos, essas narrativas são acirradas pelo histórico de políticas públicas voltadas, em sua maioria, às demandas e aos interesses dos meios de produção capitalista. É válido lembrar que as práticas de produzir os meios de subsistência da vida humana, baseadas nesse modelo de desenvolvimento, corroboram com os riscos à biodiversidade presentes em reservas ambientais, reduzem áreas de preservação permanente e diminuem a possibilidade de reprodução e manutenção das espécies nativas, a exemplo das abelhas, dos mamíferos e de outros animais responsáveis pela manutenção e pelo equilíbrio ecossistêmico (Amaral; Carniatto, 2024).

Agentes polinizadores, como besouros, borboletas, aves e abelhas, necessitam desse equilíbrio para manterem suas populações nos ecossistemas naturais. Além de garantir reservas de alimentos aos diversos animais e insetos, os ecossistemas são necessários para a manutenção da diversidade e da genética das abelhas. Vários desses insetos constroem seus ninhos em cavidades preexistentes em árvores robustas, copas de árvores, frestas de rochas e no solo (Palumbo, 2015).

A degradação desses habitats, associada ao avanço das fronteiras agrícolas, é uma das hipóteses para o declínio de populações de abelhas. Além disso, o acelerado desequilíbrio causado pelo uso de agroquímicos em grandes lavouras favorece a extinção de algumas espécies (Kulhanek *et al.*, 2017).

A substituição de ecossistemas por imensos campos de monoculturas sobre o solo dizima várias espécies de animais, plantas, insetos e abelhas. Esse processo leva as abelhas sobreviventes a migrarem para novos habitats, forçando-as a se instalarem inclusive em centros urbanos. Como resultado, colônias são frequentemente encontradas em parques, árvores nas ruas, muros, portões e outros lugares disponíveis (Sánchez-Bayo; Wyckhuys, 2019).

A degradação dos ecossistemas é uma hipótese para a adaptação das abelhas ao ambiente das cidades e contribuiu com parte da migração do meio rural para o urbano, como aponta Cristiano Menezes, biólogo e pesquisador da EMBRAPA e membro do comitê científico da associação ABELHA. Essa adaptação dos insetos, permitiu o acesso e o crescimento da criação em ambiente urbano. O biólogo defende as abelhas como promotoras de mudanças no comportamento das pessoas residentes nas metrópoles. Para Araujo e Witt (2020), as abelhas trazem uma consciência maior sobre nosso ecossistema natural e se tornam habituais nos centros urbanos e não somente na área rural.

Parte da popularização da meliponicultura, seja por interesses em produção de mel, reprodução de enxames, promoção da educação ambiental ou desenvolvimento de pesquisas acadêmicas, levou à problemática deste estudo: identificar as tendências dos estudos e das publicações científicas envolvendo a meliponicultura e os meliponíneos, e verificar possíveis alinhamentos dessas produções com a sustentabilidade.

Na primeira parte deste artigo, foram revisadas algumas referências teóricas no campo da meliponicultura, as principais tendências dos estudos sobre abelhas-sem-ferrão e suas interconexões com a problemática da sustentabilidade. Em seguida, são apresentados a abordagem metodológica, os resultados do mapeamento científico e as análises de citação das publicações acadêmicas levantadas por meio da bibliometria.

A pesquisa bibliométrica se deu pela recuperação de dados disponíveis na base da plataforma *Web of Science* (WoS), ou seja, de todos os artigos científicos publicados entre os anos de 1993 e 2022. A análise contou com o suporte dos próprios indicadores gráficos disponíveis na plataforma WoS e com o uso dos softwares *Google planilhas* e *VoSviewer*.

Parte deste artigo bem como os resultados aqui apresentados foram extraídos da nossa tese de doutorado dentro do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), campus de Marechal Cândido Rondon. O programa desenvolve temas como o planejamento e as gestões agrícola, ambiental e agroindustrial, abordando as evoluções tecnológicas e as mudanças sociais necessárias aos processos de produção e de industrialização sustentáveis. Enfatiza a territorialização do ambiente

e da sociedade, e a formulação e a execução de políticas públicas nas múltiplas dimensões alusivas ao Desenvolvimento Rural Sustentável.

1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.2.1 As abelhas-sem-ferrão

As abelhas são popularmente conhecidas por sua capacidade de produzir mel ou por seu papel na polinização. Contribuem diretamente para a produção de alimentos na agricultura, as abelhas-europeias e as abelhas-africanas *Apis mellifera* (família *Apidae*, subfamília *Apinae*, tribo *Apini*, subtribo *Apina*, gênero *Apis mellifera*, subespécies ou raças geográficas de origens europeias e africanas), e suas mestiças africanizadas, ocorrentes em quase todas as faixas tropicais do planeta, comumente utilizadas para esse fim (Roig- Alsina; Michener, 1993).

Entretanto, existem também as abelhas-sem-ferrão, com cerca de 605 espécies, linhagem mais diversa das abelhas corbiculadas, incluindo os grupos mais diversos de abelhas em todo o mundo: bombini, das orquídeas (Euglossini) e sem ferrão (Meliponini) (Engel, *et al.*, 2023).

As principais características que distinguem os Meliponini das demais espécies são:

[...] a presença de um penicilo, a ausência de uma aurícula (prensa de pólen) proximalmente no metabasitarso, as garras pré-tarsais simples, a redução da venação alar e, claro, a redução geral dos escleritos associados ao complexo do ferrão. Outras características que em combinação ajudam a definir os Meliponini, mas são encontradas em outras combinações entre as tribos corbiculadas restantes são a redução geral dos sulcos externos nas mandíbulas, a perda dos esporões metatibiais, a presença de arólias, a ausência de uma carina supra-alar e a presença de um lobo jugal na asa posterior [...] (Engel, *et al.*, 2023, p. 240. Tradução nossa).

A característica mais conhecida dos Meliponini é a dotação de um ferrão atrofiado, o que minimiza ataques ou ameaças a humanos. Embora possuam um ferrão vestigial, ainda assim, criaram mecanismos para defenderem seus ninhos, como “enrolar-se em pelos e cabelos, morder a pele do agressor, entrar em orifícios como boca, ouvidos e narinas, ou depositando resinas vegetais sobre seus

inimigos” (Barbiéri, 2018, p. 12). Segundo o autor, a outra forma de manter a segurança é construir seus ninhos em locais mais secretos, como em cupinzeiros, entre rochas, em muros residenciais e, o mais comum, em troncos ocos de árvores.

Os Meliponíneos são formados por uma grande variedade e se destacam por tamanhos, cores e hábitos alimentares diversos. Ocorrem nas zonas tropicais do planeta e têm um papel importante na polinização de plantas nativas, muitas dependem exclusivamente dessas abelhas para se reproduzirem. Não obstante, produzem mel, própolis e outros produtos meliponícolas para fins medicinais e alimentícios, altamente valorizados pelos povos indígenas e por comunidades tradicionais (Barbiéri, 2018).

Alguns enxames podem ser compostos de 400 a 50.000 indivíduos em uma única colônia, como a *Melipona marginata* e a *Scaptotrigona depilis*, respectivamente (Venturieri, 2008; Palumbo, 2015). Além da classificação científica, essas espécies recebem nomes, geralmente, de origem indígena, como as abelhas, Jataí, Mandaçaia, Tubuna e Arapuã, nativas da região Sul do Brasil.

Conforme Venturieri (2008), o manejo dos Meliponíneos é realizado há séculos, e de forma tradicional pelos indígenas. Por isso são também conhecidas por abelhas-indígenas sem ferrão. Os povos indígenas foram os pioneiros, e muito contribuíram para a origem da meliponicultura, destacada como uma atividade sustentável e promissora, capaz de gerar renda e conservar a biodiversidade.

1.2.2 A criação racional dos meliponíneos - meliponicultura

A meliponicultura é uma atividade que se refere à criação de Meliponíneos. É uma alternativa viável para a produção de mel e de outros produtos, além de contribuir para a conservação da biodiversidade e dos ecossistemas, por meio da polinização realizada pelas abelhas (Giordani, 2021; Venturieri, 2008).

Os Meliponíneos são polinizadores especializados e estão em diversas partes do mundo. Devido à sua capacidade de adaptação a diferentes biomas e climas, desempenham um importante papel na manutenção da biodiversidade por meio da polinização, junto com outros agentes como insetos, morcegos e aves (Venturieri, 2008).

Contar com os agentes polinizadores significa melhorar a qualidade e a produtividade dos cultivos, especialmente na fruticultura e na olericultura (Kulhanek *et al.*, 2017). Segundo Menezes (2018), as abelhas são responsáveis por serviços de polinização nessas culturas, embora esse papel seja pouco difundido e uma prática incipiente na agricultura. Investir no apoio das abelhas no setor agrícola pode melhorar a qualidade e a produtividade dos alimentos dependentes da polinização.

Além da polinização, existe na meliponicultura as práticas de reprodução e comercialização de enxames, capturas de espécies por meio de armadilhas, extração do pólen, própolis e mel, todas permitidas pela legislação vigente. Atualmente, a Resolução n.º 496/2020 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, regula o uso e o manejo sustentável das abelhas nativas sem ferrão na meliponicultura comercial.

O reconhecimento da meliponicultura como um setor da cadeia produtiva da agropecuária brasileira requer a adoção de uma abordagem técnica e racional dentro do manejo, segundo Venturieri (2008) e Palumbo (2015). Essas práticas racionais incluem cuidados na utilização de caixas de madeira, com espessuras ideais para garantir um ambiente seguro e confortável para as colônias; plantio de vegetação melitófila; uso adequado de técnicas durante a multiplicação de enxames e uma produção sustentável de mel, própolis e pólen. O manejo racional pode ser uma alternativa diante de práticas predatórias e extrativistas, e contribuir para a conservação e a manutenção das populações de abelhas nativas (Palumbo, 2015).

Conforme Giordani (2021), todos os subprodutos provenientes do manejo racional das abelhas possuem um grande potencial de comercialização e mobilização social. Viabilizam a complementação da renda dos produtores e estimulam o seu protagonismo na educação ambiental, compartilhando seus conhecimentos dentro das comunidades onde vivem. Outra possibilidade aos produtores, é o aluguel de abelhas para serem adotadas na polinização de plantações durante a época da florada, principalmente em estufas e fruticulturas (Menezes, 2018).

Devido ao baixo custo e ao fácil manejo, a criação é realizada em locais apropriados, denominados meliponários. Podem ser coletivos ou individuais, e instalados em diferentes áreas como propriedades urbanas e rurais, escolas, parques públicos e áreas de preservação, exigindo as devidas adequações e

garantias de qualidade do ambiente para a sobrevivência dos enxames (Giordani, 2021).

Segundo Queiroz (2014), as abelhas presentes nesses espaços são excelentes porque atraem a atenção e estimulam a curiosidade, por serem manejadas tão próximas e não representarem perigo aos humanos. Além disso, por possuírem características biológicas, ecológicas, econômicas e históricas peculiares, podem ser relacionadas aos conceitos de sustentabilidade e serem instrumentos no desenvolvimento da educação ambiental.

Figura 1 - Meliponário coletivo e individual



Fonte: Acervo próprio do autor, 2019.

A meliponicultura, segundo Giordani (2021), pode ser uma ferramenta para a inclusão social e para o desenvolvimento de comunidades tradicionais e rurais, pois requer baixo investimento e conhecimentos específicos, facilmente transmitidos por meio de capacitações e treinamentos.

1.2.3 Abelhas-sem-ferrão e sustentabilidade

As abelhas desempenham papel biológico vital na criação e na manutenção da biodiversidade. Durante o forrageamento em busca de néctar, pólen e resinas, realizam a troca de material genético entre as flores, tornando-se visitantes florais especializadas. Esse processo determina a produção de frutos com maior diversidade genética, e sem a atuação das abelhas, espécies e variedades de frutos e sementes poderiam não existir (Menezes, 2018). As abelhas realizam esse serviço ecossistêmico de forma gratuita, promovendo a biodiversidade e, por isso, são importantes para a manutenção da vida no planeta (Costa Neto, 2014).

O planeta Terra é um organismo vivo e sua sobrevivência depende do equilíbrio de todos os ecossistemas. Historicamente, o homem a utiliza como um baú de recursos para produzir seus próprios meios de subsistência, induzindo à redução da biodiversidade, à supressão das florestas, à diminuição e contaminação das águas e à acentuação das desigualdades sociais. Esse modelo de exploração é contraditório e destrutivo para o equilíbrio dos ecossistemas, sendo necessária a adoção de práticas mais sustentáveis para garantir a sobrevivência da vida (Boff, 2012).

A sustentabilidade nesse contexto é:

[...] conjunto dos processos e ações que se destinam a manter a vitalidade e a integridade da Mãe Terra, a preservação dos seus ecossistemas com todos os elementos físicos, químicos e ecológicos que possibilitam a existência e a reprodução da vida, o atendimento das necessidades da presente e das futuras gerações, e a continuidade, a expansão e a realização das potencialidades da civilização humana em suas várias expressões (Boff, 2012, p. 14).

A coexistência sustentável, necessária à manutenção da vida humana, é uma preocupação histórica, apresentada no texto da “Carta da Terra”, a partir de 1992, como uma missão global “fundada no respeito pela natureza, nos direitos humanos universais, na justiça econômica e numa cultura de paz” (Carta da Terra, 1992, n.p). Todavia, os povos da Terra, devem assumir “responsabilidade uns para com os outros, com a grande comunidade de vida e com as futuras gerações” (Carta da Terra, 1992, n.p).

A sustentabilidade não se limita à preservação dos recursos naturais, mas à inclusão social e à garantia da qualidade de vida para todos. Na visão de Boff (2012), a adoção de novos paradigmas civilizatórios e a sua efetivação implica em dar garantias à inclusão social e à equidade, permitindo a todos o acesso aos recursos necessários para uma vida digna. Para tanto, sugere a implementação de políticas públicas promotoras da igualdade e da justiça social, bem como a adoção de práticas sustentáveis em todas as áreas da sociedade, desde a agricultura até a indústria e o consumo. Implica em reconhecer a sustentabilidade não apenas como uma questão ambiental, mas aceitá-la como um meio para promover a justiça social e econômica, implementando ações coerentes à sobrevivência e ao bem-estar das gerações presentes e futuras.

Sachs (2002) e Boff (2012) alertam à urgência de mudanças em nossos padrões de produção e consumo, se aspirarmos por um modo de vida resiliente com os limites finitos dos recursos naturais disponíveis, equilibrado com as problemáticas sociais e econômicas, e se pretendermos um mundo mais justo e sustentável. Sachs (2002) defendeu um modo de produção harmônico entre desenvolvimento e sustentabilidade, amparado pelos avanços científicos e tecnológicos existentes e investimento em sistemas educacionais para formar indivíduos críticos e conscientes de seu papel em uma comunidade planetária.

A tecnologia tem um papel complementar na promoção da responsabilidade ambiental, possibilitando o uso racional dos recursos e minimizando os danos aos ambientes naturais. Em conjunto com o desenvolvimento social e a ciência, a tecnologia sustenta as bases necessárias para maximizar o aproveitamento dos recursos de biomassa (Sachs, 2002).

Os recursos de biomassa, mencionados pelo autor, são todos os materiais utilizados para a manutenção da vida, tais como alimentos, madeira, fibras para vestimentas e ração animal. A produção sustentável de biomassa depende da disponibilidade de biotecnologia moderna, acessível aos pequenos agricultores, e políticas que assegurem o acesso ao conhecimento e à educação, capazes de promover mudanças de paradigmas de como processamos e usufruímos dos recursos naturais disponíveis no planeta (Sachs, 2002).

1.2.4 Educação ambiental e meliponicultura

A educação, sob a perspectiva apresentada por Sachs (2002), deve provocar mudanças comportamentais e instigar o compromisso ético e político em nossa sociedade. Uma educação que promova mudanças na forma como os seres humanos utilizam os recursos naturais do planeta (Carniatto, 2007).

Segundo a autora, a educação ambiental nessa perspectiva deve ter vários sentidos conceituais polissêmicos, pertencentes ao seu léxico ou à sua rede semântica como: natureza, participação, solidariedade, cooperação, autonomia, interdisciplinaridade e, mais recentemente, sustentabilidade, transdisciplinaridade, transversalidade e outras como, “saber ambiental, racionalidade social e ambiental, Ética da Outroedade (Enrique Leff); Ética do Cuidado, Ética da Responsabilidade (Leonardo Boff)” (Carniatto, 2007, p. 54). A transdisciplinaridade, nesse caso,

refere-se ao processo pelo qual ocorrem as mudanças para uma transformação global.

Para Jacobi (2003), a educação formal ou não-formal deve ser um processo educativo articulado e comprometido com a sustentabilidade e a cooperação de todos, apoiado por uma lógica que privilegia o diálogo e a interdependência de diferentes áreas do saber. Mas, alerta sobre os desafios enfrentados se buscamos o “desenvolvimento de valores e comportamentos de modo a estimular uma visão global e crítica das questões ambientais e a promoção de um enfoque interdisciplinar que resgate e construa saberes” (Jacobi, 2003, p. 197).

A transdisciplinaridade gera uma perspectiva “como forma de ser, saber e abordar que atravessa as fronteiras epistemológicas de cada ciência, cujos diálogos com os saberes são praticados sem perder de vista a diversidade e a preservação da vida no planeta” (Carniatto, 2007, p. 55). Assim, os sujeitos em formação colocam-se como sujeitos plurais e multiculturais, fatores necessários para o reconhecimento enquanto parte de uma sociedade integrada e não separada do ambiente.

Os conhecimentos de educação ambiental devem “promover o crescimento da consciência ambiental, expandindo a possibilidade de a população participar em um nível mais alto no processo decisório” (Jacobi, 2003, p. 192). Nessa ótica, as informações e o acesso a elas, com ação do poder público, devem propiciar os meios pelos quais a educação se torne protagonista na construção de uma sociedade mais justa e corresponsável (Jacobi, 2003).

O compromisso de todos os promotores da educação ambiental é antes de tudo um compromisso com a sobrevivência do planeta Terra, que, por sua vez, depende das escolhas e ações tomadas nos próximos anos. Esse caminho pode, e deve, ser mediado por práticas capazes de provocar mudanças conceituais, atitudinais e éticas. Ou seja, a educação “como um processo político de apropriação crítica e reflexiva de conhecimentos, atitudes, valores e comportamentos que tem como objetivo a construção de uma sociedade sustentável nas dimensões ambiental e social” (Tozoni-Reis, 2008, p. 157). Assim, a educação deve ter como objetivo alcançar a sociedade almejada: consciente e comprometida com as transformações sociais, políticas e ambientais em curso.

Jacobi (2003) defende a educação ambiental como ato político, focado na transformação social. O objetivo é promover nos indivíduos uma visão holística da

ação, conectar o ser humano à natureza e ao universo, reconhecer a atividade humana como a principal causa da degradação e do esgotamento dos recursos naturais.

E como a meliponicultura pode contribuir para atingirmos esses objetivos da educação ambiental?

Para Monteiro e Ahlert (2022), relacionar o conhecimento envolvendo as abelhas, a educação e a sustentabilidade ambiental, implica em compreendermos uma série de perspectivas, incluindo questões éticas, morais, financeiras, ecológicas, culturais, sociais e sobretudo científicas. Nessa direção, a educação ambiental “deve ser vista como um processo de permanente aprendizagem que valoriza as diversas formas de conhecimento e forma cidadãos com consciência local e planetária” (Jacobi, 2003, p. 198).

Silva (2021) defende a experiência da meliponicultura como uma ferramenta pedagógica no processo de aprendizagem da educação ambiental. Por sua peculiaridade, a atividade pode ser uma estimulante estratégia na conscientização ecológica e, simultaneamente, promover a formação cidadã para a construção de um ambiente sustentável. As práticas específicas da atividade servem como facilitadoras para o desenvolvimento das habilidades cognitivas necessárias para a aprendizagem das ciências ambientais, permitindo a livre expressão, a interação, o pensamento crítico e a criação de novas ideias para solucionar os problemas ambientais (Silva, 2021). A relação com as abelhas, desperta o interesse dos sujeitos pela natureza ao compreenderem a grande diversidade nela presente, promovendo um sentimento de pertencimento e acolhimento.

[...] as abelhas-sem-ferrão são excelentes como recurso didático, pois atraem a atenção, instigam profundamente a curiosidade e possuem características muito relacionadas aos conceitos envolvidos na educação ambiental. Com elas é perfeitamente possível inserir a problemática ambiental e obter respostas práticas por parte dos estudantes envolvidos em ações de conservação e melhoria da qualidade de vida. A criação desses insetos permite ainda gerar renda e constitui uma relação sustentável com o ambiente. (Silva, 2021, p. 23).

O acúmulo histórico de conhecimentos, desde os povos das florestas e comunidades tradicionais até a utilização desses saberes pelos meliponicultores atuais, pesquisadores e instituições de ensino, como demonstrado por Amaral *et al.*

(2021), entende a meliponicultura como uma ferramenta de promoção da educação ambiental. Conforme defendido por Jacobi (2003); Monteiro e Ahlert (2022) e Silva (2021), a meliponicultura é uma área em expansão no Brasil, responsável não só pelos serviços ecossistêmicos, ou econômicos, mas pelo desenvolvimento de diversas habilidades necessárias para a formação humana.

1.3 MATERIAL E MÉTODOS

Para identificar as tendências dos estudos e das publicações científicas envolvendo a meliponicultura, os meliponíneos e os alinhamentos com a problemática da sustentabilidade, desenvolvemos uma pesquisa, do tipo bibliométrica, com foco na combinação das abordagens de mapeamento científico e de análise de citação (Andrade *et al.*, 2019; Aria e Cuccurullo, 2017; Gutiérrez-Salcedo *et al.*, 2018).

Segundo Andrade *et al.* (2019), a bibliometria pode ser utilizada pela ciência, para medir o progresso científico em um determinado campo de pesquisa, além de mapear o desenvolvimento de campos científicos. Gutiérrez-Salcedo *et al.* (2018) afirmam que esse método contribui para analisar quantitativamente a literatura acadêmica e suas mudanças temporais, isto é, para explicar as estruturas social, intelectual e conceitual por meio de redes bibliográficas, e permitir examinar os desempenhos de países, cocitações ou coautores ao longo do tempo. A bibliometria é baseada em padrões de publicações científicas coletadas e analisadas, resultando em mapas, gráficos estatísticos e outras formas que possibilitam relações entre os autores e um determinado campo da ciência (Gutiérrez-Salcedo *et al.*, 2018).

Buscamos pelo endereço eletrônico do portal de periódicos Capes, no menu CAFE, e na base de dados *Web of Science* - WoS, chegando às informações das produções bibliográficas entre os anos de 1993 e 2022. Na ferramenta de busca avançada do WoS, campo “Tópicos”, os seguintes descritores foram utilizados: “Stingless bee” e “Meliponiculture” com operador booleanos “or” e separados por aspas.

A análise estatística dos dados coletados, ocorreu com apoio de três ferramentas: a primeira, foi a plataforma da WoS para gerar as tabelas e os gráficos disponíveis; a segunda, o *Google planilhas*, para tabular e gerar gráficos, e a

terceira, o software *VOSviewer*, apropriado para formar as redes de correlação dos tópicos.

Duas técnicas de análise foram utilizadas: 1º) mapeamento científico e 2º) análise da performance acadêmica (Andrade *et al.*, 2019). Na análise de mapeamento da ciência, o conhecimento científico pode ser compreendido a partir de uma estrutura de rede, frequentemente usada para modelar a interação entre os atores científicos: autores, periódicos, palavras-chave, referências, etc. Já a performance acadêmica compreende a produção científica e tem como foco a mensuração dessa produção por meio de indicadores de qualidade e quantidade (Gutiérrez-Salcedo *et al.*, 2018).

Quadro 1 - Síntese do percurso da pesquisa

RECUPERAÇÃO DE DADOS	
Base de dados	Web of science
Intervalo de tempo	1993 a 2022
Basic search	Tópicos
Termos do tópico	"stingless bee" OR "meliponiculture"
Total de registros	1721
ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA	
Mapeamento científico	a) Top 10 países; b) Top 10 instituições/autores; c) Categorias WOS; d) Top 10 publicações; e) Número total de citações.
Análise de performance	a) Número médio de citações por artigo; b) Auto-citação; c) Indexadores; d) Fator de impacto; e) Redes de conexão.

Fonte: Andrade *et al.* (2019), elaboração própria, 2023.

1.4 RESULTADOS

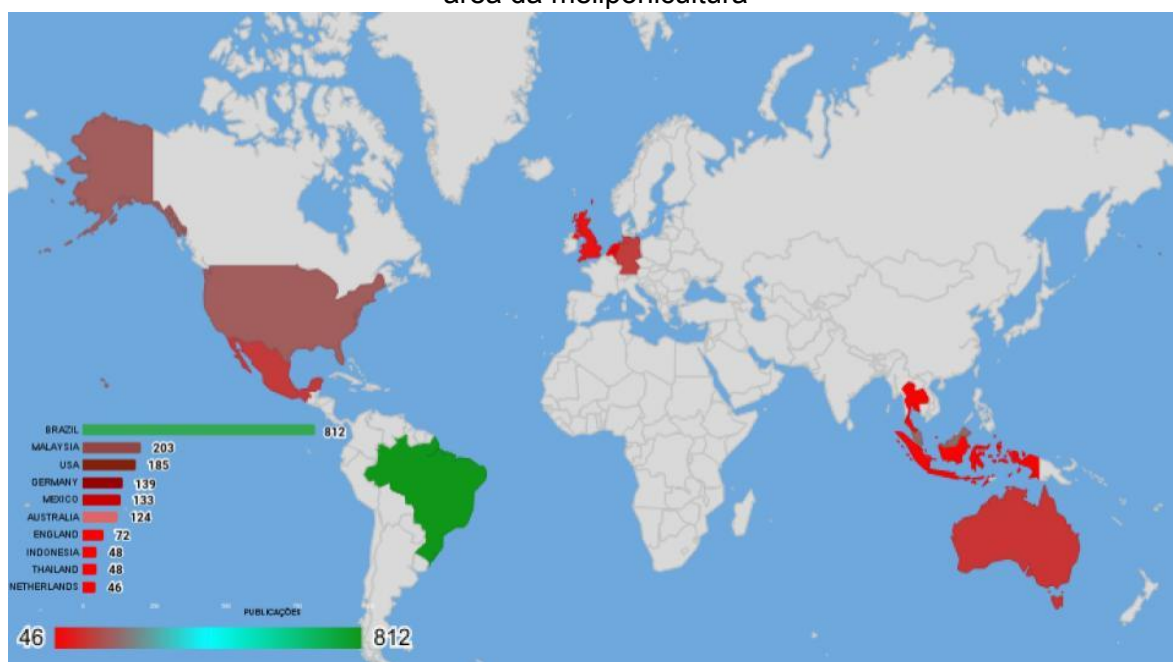
1.4.1 Mapeamento científico

Dos 78 países sedes das publicações relacionadas aos temas “abelha-sem-ferrão” e “meliponicultura”, o Brasil destaca-se entre os 10 primeiros, ocupando a primeira colocação com 812 registros, representando 47% das 1721

publicações recuperadas no WoS entre os anos de 1993 e 2022. Em segundo lugar, está a Malásia, com 203 registros, seguida pelos EUA, com 185; Alemanha, com 139; México, com 133; Austrália, com 124; Inglaterra, com 72; Indonésia e Tailândia, com 48 cada, e Holanda, com 46 registros (Figura 2).

A liderança do Brasil em publicações sobre o tema pode estar associada à ocorrência das muitas espécies de abelhas-sem-ferrão encontradas em seus diversos ecossistemas (Barbiéri, 2018). Além disso, a presença de pesquisadores e instituições brasileiras dedicados ao estudo dessas abelhas pode explicar o número expressivo de dados.

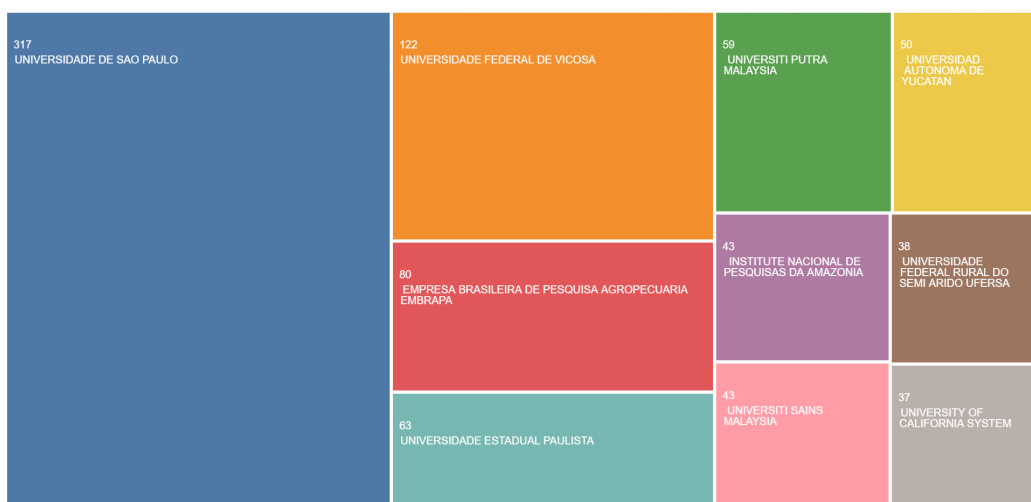
Figura 2 - Os dez principais países responsáveis pelo desenvolvimento de pesquisas na área da meliponicultura



Fonte: plataforma Web of Science, 2023.

O protagonismo do Brasil conta com a participação de 6 das 10 instituições mais influentes em número de publicações. A Universidade de São Paulo (USP) lidera, com 317 publicações; a Universidade Federal de Viçosa (UFV) em segundo, com 122, e a EMBRAPA em terceiro, com 80 publicações. Em seguida, estão: Universidade Estadual Paulista (UNESP), com 63; Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), com 43, e Universidade Rural do Semi-Árido (UFERSA), com 38 trabalhos. As demais estão disponíveis na (Figura 3).

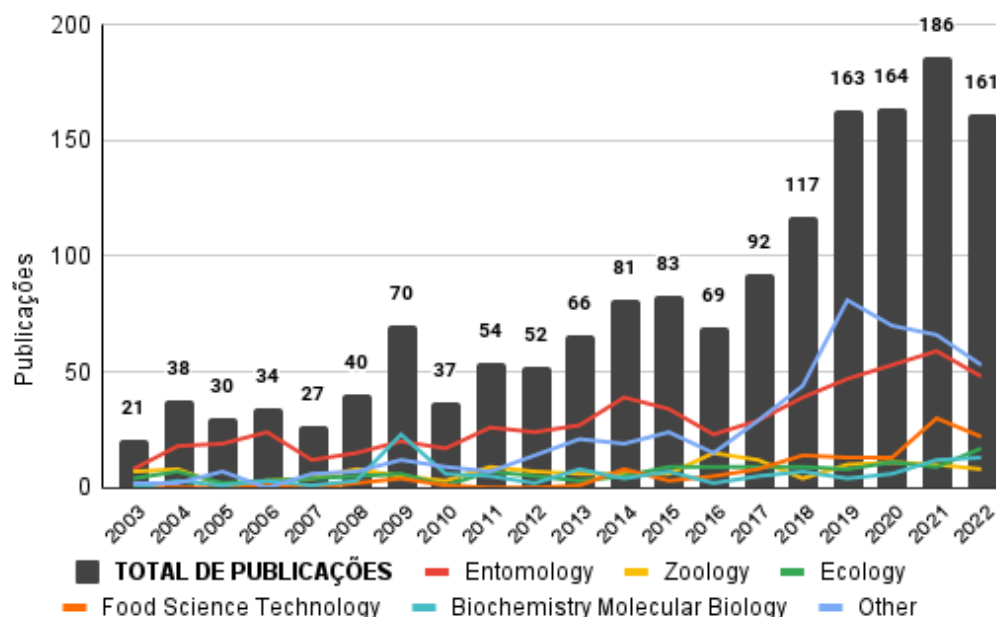
Figura 3 - 10 instituições mais influentes em número de trabalhos publicados



Fonte: Plataforma Web of Science, 2023.

Identificamos um total de 4.319 autores envolvidos na produção dos 1.721 trabalhos recuperados na WoS. Os 25 autores mais produtivos, cada um responsável por 20 publicações, contribuíram com 713 trabalhos, representando 42% de todos os registros levantados.

Na Figura 4 estão dispostas as publicações somadas dos últimos anos, destacando que a maioria, 952 publicações (55% do total), teve uma escalada a partir de 2017. Esses números sugerem um crescimento nas pesquisas sobre o tema, com uma estabilidade na produção científica em 2020, possivelmente devido à pandemia da Covid-19, que pode ter afetado as atividades de pesquisa em todo o mundo. No entanto, o aumento linear nas publicações entre 2017 e 2021 indica uma tendência de crescimento na produção acadêmica sobre o tema nos últimos anos.

Figura 4 - Principais categorias WoS e números por ano de publicação

Fonte: Web of Science, 2023. Elaboração própria.

Aproximadamente 70% dos trabalhos mantêm correlação com 5 das 108 categorias do WoS, vinculadas às pesquisas com a temática das abelhas-sem-ferrão e da meliponicultura. A Entomologia é a mais evidente em números, correspondendo à 581 publicações (37%) em todo o período, seguida da área da Zoologia, com 143 publicações (9%); Ecologia, com 133 (8,4%); Tecnologia de Ciência dos Alimentos, com 125 (7,9%), e Bioquímica e Biologia Molecular, com 115 publicações (7,2%). As outras categorias somam 488 publicações (cerca de 31%). De 2003 a 2012, foram publicados em média 40 artigos por ano, mas houve um salto significativo na segunda década analisada, de 2013 a 2022, com uma média/ano de 118 publicações. Mesmo com o aumento, as retas indicativas das publicações, dentro das cinco principais categorias da WoS, demonstram uma lateralização, sem uma subida linear, salvo as linhas *Other*, quando somadas, sinalizam o crescimento do interesse por outras temáticas de estudos e por grandes áreas do conhecimento relativas ao assunto.

Entre 2019 e 2022, houve o aumento de publicações (Figura 4), indicando um crescente interesse pela temática no ambiente acadêmico. Os últimos quatro anos sinalizam o maior pico histórico no número de pesquisas, essa constatação justifica a relevância da continuidade de futuros levantamentos para a análise do progresso científico dentro da temática. Isso converge com a popularização de

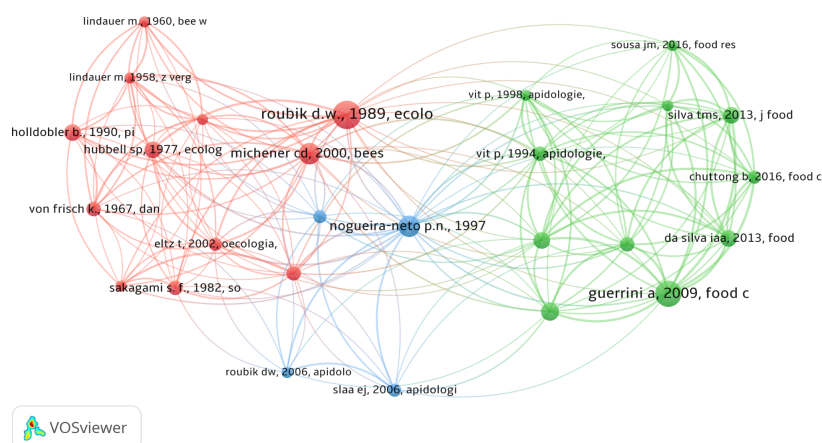
conteúdos feitos por adeptos à criação e à conservação das abelhas-sem-ferrão dentro da meliponicultura, principalmente em redes sociais (Barbiéri, 2018).

Artigos mais citados

Os 100 trabalhos mais citados no universo das 1721 publicações, resultaram do filtro aplicado na opção de classificação: do mais citado ao menos citado na plataforma WoS. Um arquivo em formato digital txt foi gerado e importado para o software *Vosviewer*, possibilitando o ranqueamento das referências bibliográficas mais relevantes da temática em estudo.

No intuito de gerar um mapa de rede visualmente limpo, aplicamos o filtro na seguinte ordem: uso da função, *limite mínimo de citação*, em sete vezes, resultando em 27 referências bibliográficas, consideradas como as mais pertinentes entre os 100 artigos mais citados sobre o tema em estudo. O software gerou um gráfico de rede (Figura 5), composto por três clusters principais, representados pelas cores vermelha, azul e verde. O cluster 1, cor vermelha, apresenta pesquisas dos anos 1980 a 1990, pouco citadas dentro do grupo de trabalhos do cluster 2, azul. Pela localização no mapa e o tamanho do nódulo, *Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão*, de Paulo Nogueira Neto (1997), representa uma das principais referências na área, logo, uma das obras mais citadas. Essa relação é forte quando analisamos o cluster 3, verde, composto por publicações mais recentes e ainda utiliza Nogueira-Neto (1997) como referência.

Figura 5 - Gráfico de rede das referências bibliográficas mais relevantes



Fonte: Web of Science, 2023. Elaborado em VOSviewer.

As 27 publicações selecionadas sugerem linhas de pesquisa distintas entre os três grupos. Destacam-se por serem as mais citadas nas últimas três décadas, pelo maior grau de relevância e pela diversidade dos temas abordados, como já mencionado na Figura 4, sobre o número e as categorias de publicação. A diversificação fica evidente com a separação temporal dos clusters e a distância entre seus nós, indicando a existência de outras abordagens emergentes, além das cinco principais categorias da plataforma WoS apresentadas (Figura 4).

Tabela 1 - Principais referências

N.º	Cited reference	Citations	Total link strength
1	roubik d.w., 1989, ecology natural hist, doi 10.1126/science.248.4958.1026	17	52
2	guerrini a, 2009, food chem, v114, p1413, doi 10.1016/j.foodchem.2008.11.023	16	68
3	michener cd, 2000, bees of the world	13	44
4	nogueira-neto p.n., 1997, vida criacao abelhas	13	56
5	souza b, 2006, interciencia, v31, p867	11	44
6	da silva iaa, 2013, food chem, v141, p3552, doi 10.1016/j.foodchem.2013.06.072	10	46
7	holldobler b., 1990, pi	10	23
8	hubbell sp, 1977, ecology, v58, p949, doi 10.2307/1936917	10	27
9	silva tms, 2013, j food compos anal, v29, p10, doi 10.1016/j.jfca.2012.08.010	10	46
10	vit p, 2004, bee world, v85, p2, doi 10.1080/0005772x.2004.11099603	10	55
11	oddo lp, 2008, j med food, v11, p789, doi 10.1089/jmf.2007.0724	9	45
12	sakagami s. f., 1982, social insects. vol. iii, p361	9	19
13	schwarz h.f., 1948, b am mus nat hist, v90, p1	9	33
14	vit p, 1994, apidologie, v25, p278, doi 10.1051/apido:19940302	9	46
15	von frisch k., 1967, dance language orien, doi 10.4159/harvard.9780674418776	9	26
16	chuttong b, 2016, food chem, v192, p149, doi 10.1016/j.foodchem.2015.06.089	8	47
17	eltz t, 2002, oecologia, v131, p27, doi 10.1007/s00442-001-0848-6	8	33
18	heard ta, 1999, annu rev entomol, v44, p183, doi 10.1146/annurev.ento.44.1.183	8	27
19	slaa ej, 2006, apidologie, v37, p293, doi 10.1051/apido:2006022	8	20
20	biluca fc, 2016, j food compos anal, v50, p61, doi 10.1016/j.jfca.2016.05.007	7	38
21	lindauer m, 1958, z vergl physiol, v41, p405, doi 10.1007/bf00344263	7	28
22	lindauer m., 1960, bee world, v41, p29	7	25
23	nieh jc, 1998, behav ecol sociobiol, v43, p387, doi 10.1007/s002650050506	7	25
24	roubik dw, 2006, apidologie, v37, p124, doi 10.1051/apido:2006026	7	17
25	sousa jm, 2016, food res int, v84, p61, doi 10.1016/j.foodres.2016.03.012	7	33
26	vit p, 1998, apidologie, v29, p377, doi 10.1051/apido:19980501	7	39
27	wille a, 1983, annu rev entomol, v28, p41, doi 10.1146/annurev.en.28.010183.000353	7	22

Fonte: Extraída da plataforma Web of Science, 2023.

A composição do cluster 3, ocorreu com base em textos mais recentes, apresentando correlação de força superior aos demais, e sugerindo a existência de novos temas e abordagens sendo investigados. Sugere uma visão geral dos temas mais relevantes e dos autores mais influentes, como, por exemplo, a referência n.º 2 - *Guerreni a. (2009)* (Tabela 1), com 16 citações e 68 de força e a segunda mais citada em todas as publicações mais recentes.

1.4.2 Performance acadêmica

A avaliação da performance acadêmica considerou a composição dos seguintes indicadores de produtividade: principais revistas cujas pesquisas foram publicadas; indexadores dos periódicos e das revistas; número de publicações e sua frequência em um determinado período; número total de citações; indexadores; média de citações por artigo; proporção de autocitação e redes de conexão entre autores e instituições (Andrade *et al.*, 2019).

Principais revistas

O índice-h e o fator de impacto, medidas bibliométricas utilizadas para avaliação da produtividade e a influência dos textos publicados, foram os principais critérios de agrupamento dos periódicos científicos da área. Dos 1721 artigos analisados, aproximadamente 33% foram publicados nas dez primeiras revistas da lista (Tabela 2). Juntas, receberam aproximadamente 562 publicações e denotam os dez periódicos mais influentes para o tema das abelhas-sem-ferrão e meliponicultura.

Tabela 2 - Periódicos e revistas mais influentes

Rank	Element	h_index	TC*	NP**	2021-F***
1	Apidologie	23	2642	169	2722
2	Journal Of Apicultural Research	17	641	116	2407
3	Plos One	16	661	25	3752
4	Insectes Sociaux	14	574	63	1946
5	Journal Of Comparative Physiology A-Neuroethology Sensory Neural And Behavioral Physiology	13	488	29	2389
6	Sociobiology	11	455	89	0,864
7	Food Chemistry	10	520	12	9231
8	Genetics And Molecular Biology	10	213	18	2087
9	Animal Behaviour	9	241	14	3041
10	Behavioral Ecology And Sociobiology	9	264	27	2944

* Número total de referências citadas

** Número de publicações

*** JFI - Journal Impact Factor. Fator de impacto da revista referente ao ano de 2021.

Fonte: Web of Science, 2023.

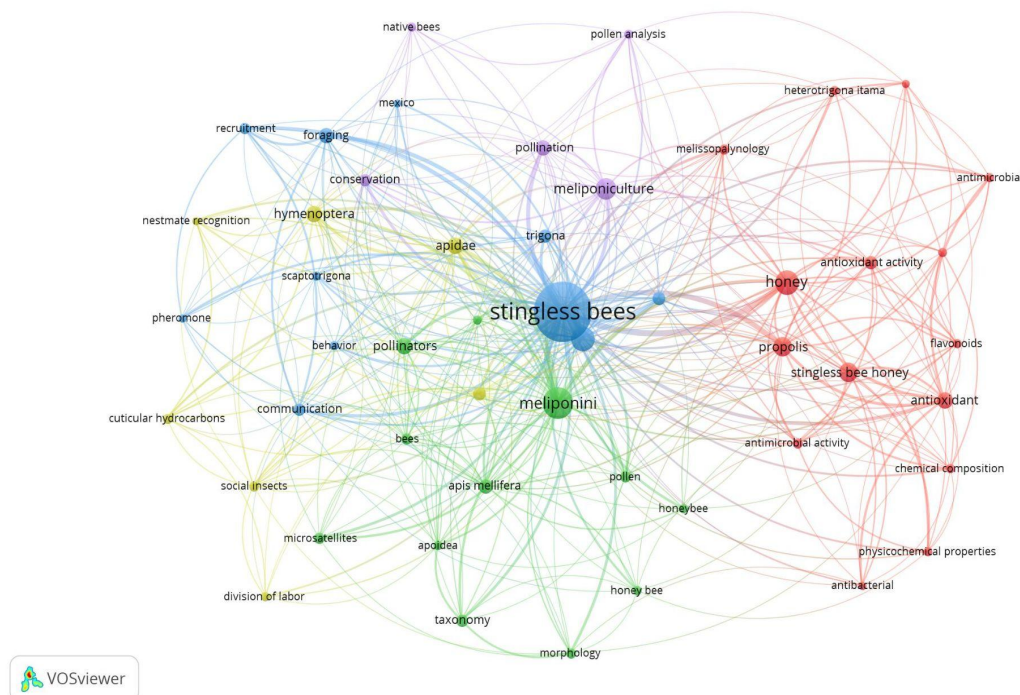
Notamos 169 publicações na revista *Apidologie*, citadas 2642 vezes. Os primeiros 23 artigos tiveram 23, ou mais citações, conferindo à revista um índice-h de 23 e um fator de impacto de 2722 dentro dos periódicos do WoS. Embora possua o maior índice-h, a *Apidologie* não tem o maior fator de impacto da lista, ficando em terceiro lugar. A revista mais influente, *Plos one*, obteve 3752 de IF e 25 publicações. A segunda colocada, com 116 publicações e índice-h 17, é a *Journal of Apicultural Research*, destacando-se entre as três revistas mais populares entre os pesquisadores do tema.

Segundo Gutiérrez-Salcedo *et al.* (2018), o índice-h, disponível na própria plataforma WoS, é um indicador de uma área específica de pesquisa, classificado com o ranqueamento dos artigos, conforme o volume de citações.

Principais palavras-chave

Segundo Andrade *et al.* (2019), as palavras-chave das publicações científicas podem indicar tendências dentro das pesquisas. Na análise estatística de coocorrência, realizada no *VosViewer*, foram encontradas 3.850 palavras-chave usadas nos 1.721 artigos publicados. Para reduzir esse número ao ponto de caber em um mapa de rede, a fim de possibilitar uma visualização mais precisa dos clusters, destacamos as 50 palavras-chave mais citadas pelos principais autores.

Figura 6 - Mapa de coocorrência das principais palavras-chave



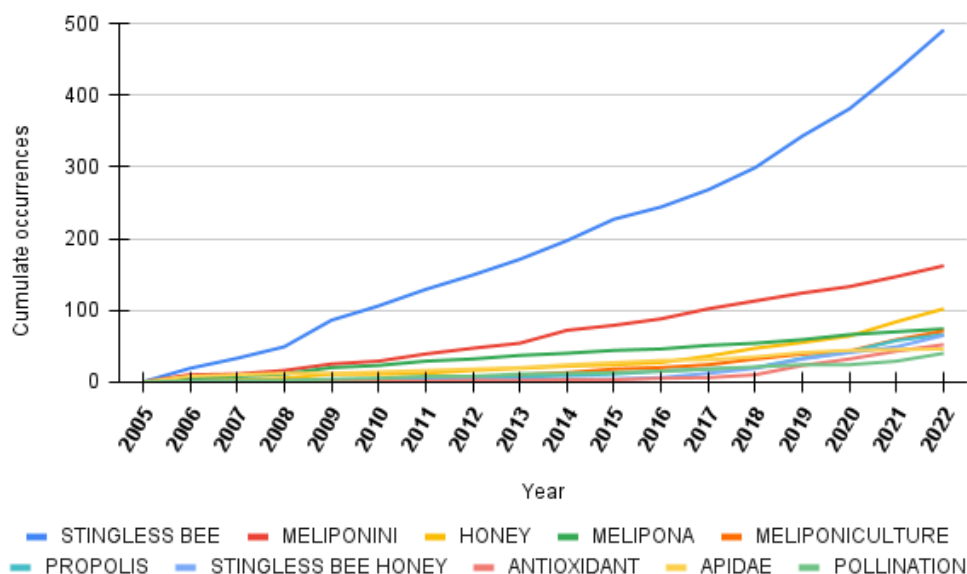
Fonte: Web of Science, 2023. Elaborado em VOSviewer.

A palavra-chave com maior ocorrência foi abelhas-sem-ferrão, *stingless bees*, com 635 ocorrências e 613 links com as demais palavras. Meliponicultura aparece em 7º lugar na lista de palavras-chave, com 79 ocorrências.

Os cinco clusters formados no mapa da Figura 6 definiram os grupos específicos, com destaque para o 1, 2 e 3. No cluster 1, vermelho, as temáticas de pesquisa relacionam-se aos materiais biológicos e recursos produzidos pelas abelhas, incluindo mel, própolis e as propriedades medicinais desses produtos. No Cluster 2 (verde), o grupo de palavras-chave sugere pesquisas de temas correlatos à entomologia e à taxonomia dos Meliponini. Em azul, o cluster 3, aponta para a busca por assuntos próprios de espécies como as *Scaptotrigonas* e comportamento animal. Isso pode indicar um interesse em estudos nesse gênero específico de abelhas, pois são formadas por espécies com comportamento agressivo em relação aos demais da tribo Meliponini.

A frequência de ocorrência das principais palavras-chave ao longo do tempo ressalta as tendências que as pesquisas podem tomar.

Figura 7 - Gráfico de coocorrência das principais palavras-chave



Fonte: Web of Science, 2023. Elaboração própria.

A linha de crescimento das palavras-chave *Stingless bee* e *Meliponini*, quando comparadas no gráfico da Figura 7, exhibe temáticas de estudos com maior interesse pelos pesquisadores na área. Contudo, um aprofundamento quanto aos detalhes presentes nos conteúdos e nos conhecimentos produzidos dentro das publicações levantadas é fundamental, não sendo o foco do presente estudo bibliométrico.

1.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diversas são as razões pelas quais a melipônica tem se popularizado, especialmente entre os anos de 2018 e 2022, conforme demonstra a pesquisa. Nos últimos anos, a atividade passou a ser divulgada com mais frequência e uma das hipóteses é o engajamento nas redes sociais, contribuindo para o aumento do número de adeptos, visando à produção de mel, por lazer, educação ambiental ou estudos acadêmicos. Trata-se de um movimento socioambiental e cultural; a ciência vem se apropriando dos fenômenos para explicá-lo e até mesmo contribuir para a sua popularização. As múltiplas dimensões da melipônica a tornam um campo aberto para o desenvolvimento de pesquisas que almejam à ampliação de conhecimentos e tecnologias voltadas aos diversos objetivos de sua prática.

A pesquisa bibliométrica mapeou a divulgação de experiências e estudos sobre a meliponicultura. A combinação das abordagens de mapeamento científico e de análise de citação possibilitou um levantamento do progresso científico da área de estudo, liderado pela Entomologia, Ecologia, Tecnologia de Alimentos, Bioquímica, Biologia Molecular, Comportamento Animal e Zoologia. Os padrões estatísticos de ocorrência das palavras-chave sinalizam os interesses dentro dessas áreas de pesquisa, sugerindo tendências e lacunas que podem ser exploradas, incluindo espaços para áreas sociais e humanas direcionadas ao desenvolvimento de pesquisas relacionadas à meliponicultura e à sustentabilidade.

A liderança do Brasil em publicações sobre o tema pode estar associada à ocorrência de diversas espécies de abelhas nativas, incluindo os Meliponini, encontradas em suas florestas. Além disso, a presença de pesquisadores e instituições brasileiras como a Universidade de São Paulo, Universidade Federal de Viçosa e EMBRAPA, dedicados ao estudo dessas abelhas, pode explicar o número expressivo dos dados brasileiros identificados.

A pesquisa compila os principais temas estudados, destaca as publicações mais relevantes e identifica os periódicos que concentram as referências teóricas mais influentes na ciência da meliponicultura e das abelhas-sem-ferrão. Por essas razões, este artigo contribui como uma referência inicial para futuras pesquisas na área, fornecendo um delineamento fundamentado no mapeamento científico realizado e contribuindo com novos avanços científicos e tecnológicos na meliponicultura.

REFERÊNCIAS

AMARAL, Tiago; CARNIATTO, Irene. O declínio das abelhas a partir das publicações levantadas em um estudo bibliométrico. **Ensaio e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde**, [S. l.], v. 27, n. 3, p. 308–313, 2024. DOI: 10.17921/1415-6938.2023v27n3p308-313.

AMARAL, Tiago; FELIPPSEN, Eduardo Alberto; MANDOTTI, Sônia Maria; SIMÃO, Daniel Ferreira; GIMENES, Gabriela Martines. O “quintais de mel”: a criação de abelhas sem ferrão como ferramenta de educação ambiental. **Revista Extensão & Cidadania**. v 9i. n 15. jan/jun, 2021. p. 187-198. Disponível em: <https://doi.org/10.22481/recuesb.v9i15.8714>. Acesso em: 30 ago. 2021.

ANDRADE, Daniel Fernandes; ROMANELLI, João Paulo; PEREIRA-FILHO, Edenir Rodrigues. Past and emerging topics related to electronic waste management: top countries, trends, and perspectives. **Environmental Science and Pollution Research**, [S.L.], v. 26, n. 17, p. 17135-17151, 18 abr. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-019-05089-y>.

ARAUJO, Sandro de; WITT, Nicole Geraldine de Paula Marques. ABELHAS NATIVAS E A SUA ADAPTABILIDADE AO AMBIENTE URBANO. *Caderno Intersaberes*, [S. L.], v. 9, n. 20, p. 42-52, 29 out. 2020.

ARIA, Massimo; CUCCURULLO, Corrado. Bibliometrix: an r-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal Of Informetrics*, [S.L.], v. 11, n. 4, p. 959-975, nov. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>.

BARBIÉRI, Celso. Caracterização da meliponicultura e do perfil do meliponicultor no estado de São Paulo: ameaças e estratégias de conservação de abelhas sem ferrão. 2018. 102 f. **Dissertação** (Mestrado) - Curso de Mestrado em Sustentabilidade Instituição de Ensino, Escola de Artes, Ciências e Humanidades da USP, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/100/100136/tde-17082018-123129/publico/BARBIERI.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2022.

BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: o que é, o que não é**. 1. ed. Petrópolis: Vozes, 2012.

BRASIL. **Lei n.º 14.639**, de 25 de julho de 2023. Institui a Política Nacional de Incentivo à Produção Melífera e ao Desenvolvimento de Produtos e Serviços Apícolas e Meliponícolas de Qualidade. Legislação federal. Brasília: DOU, 2023. Acesso em: 21 de maio. 2024.

CARNIATTO, Irene. Subsídios para um Processo de Gestão de Recursos Hídricos e Educação Ambiental nas Sub-bacias Xaxim e Santa Rosa, Bacia Hidrográfica Paraná III. **Tese** (Doutorado) - Doutora em Ciências Florestais do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. CURITIBA, 2007.

CARTA DA TERRA. Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. "Carta da Terra." **Carta da Terra Brasil**, 1992. Disponível em: <http://www.cartadaterrabrasil.com.br/prt/texto-da-carta-da-terra.html>. Acesso em 29 de ago. de 2021.

COSTA NETO, Walter et al. **Água e polinização**: qual a importância dessa relação para a vida na Terra?. Rio de Janeiro: Funbio, 2014. 32 p. Polinizadores (Polinização). Disponível em: http://www.semabelhasemalimento.com.br/wp-content/uploads/2015/02/CARTILHA_agua_p_olinizacao_BAIXA.pdf. Acesso em: 30 ago. 2021.

ENGEL, Michael S.; RASMUSSEN, Claus; AYALA, Ricardo; OLIVEIRA, Favízia F. de. Stingless bee classification and biology (Hymenoptera, Apidae): a review, with an updated key to genera and subgenera. *Zookeys*, [S.L.], v. 1172, p. 239-312, 27 jul. 2023. Pensoft Publishers. <http://dx.doi.org/10.3897/zookeys.1172.104944>.

GIORDANI, Rubie José. **Criação racional de abelhas nativas sem ferrão**: meliponicultura. 1. ed. Joinville-SC: Clube de autores publicações S.A. 2021.

GUTIÉRREZ-SALCEDO, M.; MARTÍNEZ, M. Ángeles; MORAL-MUNOZ, J. A.; HERRERA-VIDEIRA, E.; COBO, M. J.. Some bibliometric procedures for analyzing and evaluating research fields. *Applied Intelligence*, Dordrecht, Netherlands: 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10489-017-1105-y>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10489-017-1105-y>. Acesso em: 22 mar. 2023.

JACOBI, Pedro. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. *Cadernos de pesquisa*. n. 118. P. 189-205. **SciELO**, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cp/i/2003.n118/>.

Acesso em: 29 ago. 2021.

KULHANEK, Kelly; STEINHAUER, Nathalie; RENNICH, Karen; CARON, Dewey M; SAGILI, Ramesh R; PETTIS, Jeff s; ELLIS, James D; WILSON, Mikayla e; WILKES, James T; TARPY, David R. A national survey of managed honey bee 2015–2016 annual colony losses in the USA. **Journal of apicultural research**, [S.L.], v. 56, n. 4, p. 328-340, 6 jul. 2017. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/00218839.2017.1344496>.

MENEZES, Cristiano. A relação da agricultura com a atividade de criação de abelhas. *In*: NETO, Ayrton Vollet; MENEZES, Cristiano (org.). **Desafios e recomendações para o manejo e transporte de polinizadores**. Associação Brasileira de Estudos das Abelhas - A.B.E.L.H.A. São Paulo, 2018. p. 11-24.

MONTEIRO, Jane; AHLERT, Alvor. Educação e sustentabilidade rural em um projeto de sensibilização escolar sobre abelhas. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, Online, v. 7, n. 1, p. 182-213, fev. 2022.

NOGUEIRA-NETO, Paulo. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão**. São Paulo: Ed. Nogueirapis, 1997.

PALUMBO, Hermes Neri. **Nossas Brasileirinhas**: As Abelhas nativas. Curitiba, 2015. 69p.

QUEIROZ, Ana Carolina Martins. Abelhas sem ferrão ensinam crianças e adultos a importância da conservação ambiental e uso sustentável dos recursos naturais. **Embrapa Oriental**. Belém: EMBRAPA, 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/207800/abelhas-sem-ferrao-ensinam-criancas-e-adultos-a-importancia-da-conservacao-ambiental-e-uso-sustentavel-dos-recursos-naturais>. Acesso em: 06 set. 2021.

ROIG-ALSINA, Arturo; MICHENER, Charles Duncan. **Studies of the phylogeny and classification of long-tongued bees** (Hymenoptera: Apoidea). University of Kansas Science Bulletin, Lawrence, v. 55, p. 123-162, ago. 1993.

SÁNCHEZ-BAYO, Francisco; WYCKHUYS, Kris. Worldwide decline of the entomofauna: a review of its drivers. **Biological Conservation**, [S.L.], v. 232, p. 8-27, abr. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020>.

SACHS, Ignacy. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Coleção ideias sustentáveis. 4. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

SILVA, Marcos Cione Fernandes. Abelhas nativas e educação ambiental: uma sequência didática interdisciplinar na formação do discente em agropecuária. 2021. 86 f. **Dissertação** (Mestrado) - Curso de Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Tefé-Am, 2021. Disponível em: https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/8622/5/Disserta%c3%a7%c3%a3o%20_Marcos%20Cione_PROFCIAMB.pdf. Acesso em: 01 mar. 2023.

TOZONI-REIS, Marília Freitas de Campos. Pesquisa-ação em Educação Ambiental. **Revista pesquisa em educação ambiental**, vol. 3, no. 1, 2008, p. 16, Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/pesquisa/article/view/6159/4516>. Acesso em: 25 set. 2021.

VENTURIERI, Giorgio Cristino. **Criação de abelhas indígenas sem ferrão**. 2. ed. Belém: EMBRAPA, 2008.

2 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE ADOTADOS EM AVALIAÇÕES DE SISTEMAS DE MANEJO DE RECURSOS NATURAIS¹

RESUMO: O objetivo deste estudo foi avaliar as experiências de diferentes pesquisadores e identificar os principais indicadores de sustentabilidade empregados em pesquisas sobre sistemas de manejo de recursos naturais. A metodologia adotada consistiu em uma revisão bibliográfica de dez estudos de caso que utilizaram o método MESMIS — Marco para Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade. A análise dessas publicações resultou na identificação de 174 indicadores, distribuídos entre as seguintes categorias: 59 ambientais, 53 econômicos, 60 sociais e 2 relacionados à saúde. Os indicadores buscavam compreender as características de agroecossistemas e mercados agroecológicos em diversos contextos, abrangendo países como Brasil, Chile, Colômbia, Itália, Guatemala, México e Uruguai. Embora todos os estudos tenham adotado o MESMIS, observou-se a ausência de padronização no uso dos indicadores, devido às especificidades ecológicas e culturais de cada agroecossistema. As experiências analisadas foram fundamentais para subsidiar a definição dos indicadores utilizados na avaliação da sustentabilidade da meliponicultura na Região Oeste do Paraná, além de contribuir para futuras pesquisas que empreguem o mesmo referencial teórico-metodológico, oferecendo subsídios teóricos e técnicos para a avaliação da sustentabilidade em sistemas de manejo de recursos naturais.

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

ABSTRACT: The objective of this study was to assess the experiences of different researchers and identify the main sustainability indicators used in studies on natural resource management systems. The methodology consisted of a literature review of ten case studies that applied the MESMIS method — Framework for the Evaluation of Natural Resource Management Systems Incorporating Sustainability Indicators. The analysis of these publications led to the identification of 174 indicators, distributed as follows: 59 environmental, 53 economic, 60 social, and 2 health-related indicators. These indicators aimed to understand the characteristics of agroecosystems and agroecological markets in diverse contexts, covering countries such as Brazil, Chile, Colombia, Italy, Guatemala, Mexico, and Uruguay. Although all studies adopted the MESMIS framework, there was no standardization in the use of indicators due to the ecological and cultural specificities of each agroecosystem. The experiences analyzed were crucial for defining the indicators used in the sustainability assessment of meliponiculture in the Western Region of Paraná, and they contribute to guiding future research that employs the same theoretical-methodological framework, providing theoretical and technical foundations for assessing the sustainability of natural resource management systems.

Key words: Agriculture; Environmental; Economic; MESMIS; Social.

2.1 INTRODUÇÃO

As primeiras abordagens teóricas sobre sustentabilidade foram inicialmente vinculadas ao conceito de desenvolvimento sustentável, por se tratarem de preocupações ambientais que deveriam ser atreladas ao crescimento econômico convencional, utilizado como base para os sistemas de manejo de recursos naturais

¹ Artigo aceito para publicação no periódico *International Journal of Environmental Resilience Research and Science*, ISSN eletrônico: 2675-3456.

(Astier *et al.*, 2012). Desde então, métodos científicos surgiram, focados na avaliação da sustentabilidade desses sistemas: o IDEA, o MADERUS e o MESMIS.

O IDEA - *Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles* foi criado por equipes multidisciplinares, a pedido do Ministério da Agricultura Francês em 1996, para avaliar e diagnosticar a sustentabilidade dos sistemas agrícolas (Cândido *et al.*, 2015). O MADERUS - Metodologia de Avaliação do Desenvolvimento Rural Sustentável tem como objetivo avaliar o índice de desenvolvimento rural sustentável na agricultura familiar (Hein, 2019). O MESMIS - Marco para Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade (Masera; Astier; López-Ridaura, 2000) tem sido empregado em pesquisas científicas há mais de 20 anos.

Uma das razões pela relevância do MESMIS é a dinamicidade da proposta, pois referencia a avaliação da sustentabilidade para além de abordagens que se concentram em aspectos econômicos e produtivos de curto prazo. Integra conceitos-chave relacionados ao desenvolvimento sustentável, sustentabilidade, abordagens sistêmicas, gestão de recursos naturais, avaliação de sustentabilidade e indicadores de sustentabilidade (Astier *et al.*, 2012).

Por meio de seis etapas, o método possibilita uma mensuração multicritério pelos indicadores sob as perspectivas econômica, social, cultural, política e ambiental. Em uma das etapas, o pesquisador determina os critérios de diagnóstico associados aos atributos da sustentabilidade, produtividade, estabilidade, resiliência, confiabilidade, adaptabilidade, equidade e autogestão, e conclui selecionando os indicadores de sustentabilidade mais apropriados à coleta dos dados (Cândido *et al.*, 2015). Essa etapa exige atenção por parte do pesquisador, uma vez que, os indicadores utilizados poderão interferir nos objetivos e resultados, caso sejam adotados de forma inapropriada ou fora do contexto da problemática do estudo (Freudenberg, 2003).

Considerando os diversos indicadores já criados em pesquisas sobre sustentabilidade no período de existência do MESMIS, desenvolveu-se um estudo de revisão bibliográfica. O objetivo geral estabelecido foi avaliar as experiências de pesquisadores e identificar os principais indicadores quantitativos e qualitativos de sustentabilidade em pesquisas cujo referencial teórico-metodológico foi o MESMIS, além de categorizá-los dentro das dimensões sociais, ambientais e econômicas da sustentabilidade.

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

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

2.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Durante a década de 1990, pesquisadores e equipes multidisciplinares de universidades mexicanas, desenvolveram o Marco para Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade (MESMIS, para sigla em espanhol). Na ocasião, o objetivo foi difundir e aplicar metodologias de avaliação da sustentabilidade em sistemas de manejo de recursos naturais (Astier *et al.*, 2012).

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

A sustentabilidade é definida como um processo em que as necessidades materiais e espirituais de todos os habitantes do planeta seriam permanentemente cobertas, sem comprometer as condições do desenvolvimento que as sustentam; podendo, até mesmo, melhorá-las (Masera; Astier; López-Ridaura, 2000). Tanto os objetivos, quanto os caminhos para atingir o desenvolvimento sustentável, são

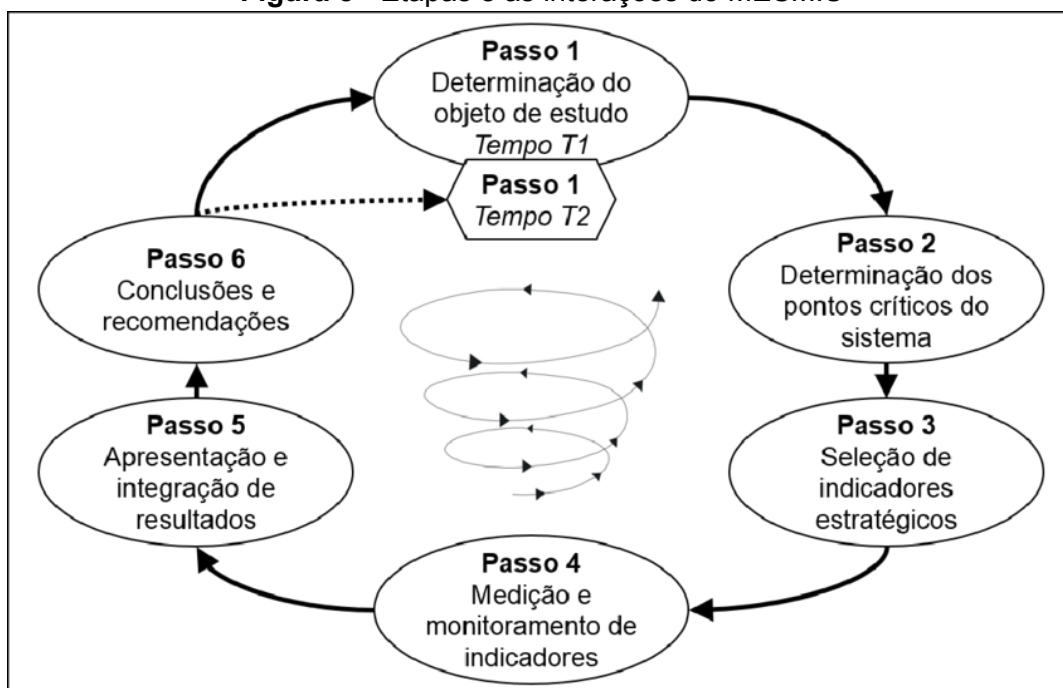
importantes e não são estáticos; sendo continuamente redefinidos como um produto do desenvolvimento social e econômico e da sua interação com o ambiente (Astier *et al.*, 2012)

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

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

Composto por um ciclo de seis etapas (Figura 8), o processo de operacionalização é relativamente simples e favorável à participação ativa dos próprios produtores em todas as etapas (Cândido *et al.*, 2015). No decorrer das três primeiras, a finalidade é caracterizar o ambiente estudado, identificar os pontos críticos e selecionar os critérios de diagnóstico e os indicadores específicos. Nas três últimas etapas, as informações obtidas por meio de técnicas qualitativas e quantitativas e de análise multicritério permitem obter um julgamento de valor sobre os sistemas que, ao fornecer sugestões, almeja a sua melhoria (López-Ridaura; Masera; Astier, 2002).

Figura 8 - Etapas e as interações do MESMIS



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

Esse processo pode assim ser resumido: 1 - **Determinação do objeto de estudo**: inicia-se a caracterização detalhada do sistema em análise, identificando os diferentes aspectos do sistema de manejo, assim como os contextos socioeconômico e ambiental; 2 - **Análise e identificação dos pontos críticos**: realiza-se uma análise dos pontos críticos do agroecossistema, buscando identificar os fatores que limitam ou favorecem a sustentabilidade do sistema de manejo em questão. Freitag (2020) aponta que as fontes das informações podem ser obtidas mediante entrevistas, visitas, questionários aos produtores, ou até mesmo por obtenção de dados em associações de agricultores, sindicatos, cooperativas, institutos de pesquisa e órgãos governamentais; 3 - **Seleção de critérios de diagnóstico e indicadores**: os critérios de diagnóstico descrevem com mais detalhes os atributos gerais da sustentabilidade, tais como produtividade, estabilidade, resiliência, confiabilidade, adaptabilidade, equidade e autogestão. Esses critérios fazem um vínculo necessário entre os pontos críticos, os atributos e os indicadores usados para avaliar a sustentabilidade do sistema de produção; 4 - **Medição e monitoramento dos indicadores**: os indicadores de sustentabilidade são selecionados e medidas são realizadas para acompanhar e monitorar esses indicadores ao longo do tempo. A coleta de dados e o monitoramento contínuo

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

As seis etapas são realizadas em um primeiro ciclo de avaliação e se repetem dentro do mesmo sistema, ou os resultados da primeira são comparados entre seus semelhantes. Por essa razão, Hein (2019) defende o uso de metodologias de avaliação da sustentabilidade que sejam flexíveis, mas, ao mesmo tempo, criteriosas em estabelecer os indicadores/variáveis para reavaliar o mesmo sistema de manejo em um novo ciclo.

O autor faz uma crítica ao MESMIS por não estabelecer os indicadores utilizados, dificultando a possibilidade de comparações entre pesquisas da mesma natureza. Desse modo, o usuário do método se responsabiliza pela seleção do conjunto de variáveis/indicadores e seus respectivos parâmetros de avaliação e escala a serem implementados. Segundo Hein (2019), tal procedimento pode ser considerado como um ponto negativo, demandando tempo e dedicação na pesquisa de fontes bibliográficas para sustentar a escolha das variáveis e dos parâmetros. Por outro lado, é relevante oportunizar ao pesquisador a liberdade de escolher quais dos pontos críticos deseja avaliar, ainda que dificulte as avaliações históricas e limite a comparabilidade entre estudos distintos, porém em sistemas de manejo que sejam semelhantes.

2.3 MATERIAL E MÉTODOS

Desenvolveu-se um estudo de revisão bibliográfica a partir do levantamento de dez artigos científicos que adotaram o MESMIS como método das pesquisas em agroecossistemas familiares (Sampieri; Collado; Lucio, 2013). Na primeira etapa da

pesquisa, recuperaram-se os artigos e as publicações no periódico Capes, plataforma CAFE-CAPES e o banco de dados foi do WOS - *Web of Science*, sem a delimitação temporal. No campo de busca por tópicos, no mês de outubro de 2023, utilizou-se o descritor MESMIS, entre aspas, e sem uso de operadores booleanos. O resultado foi uma amostragem de 57 publicações com esse critério de busca, classificadas em seguida na WoS, com o delimitador *Relevance*. Em seguida foram desconsideradas as publicações que não explicitavam quais indicadores foram utilizados nas pesquisas, ou seja, que não adotaram indicadores de sustentabilidade das três dimensões, social, econômica e ambiental e que não tinham como objetivo avaliar agroecossistemas familiares, chegando assim aos 10 artigos mais relevantes sobre o tema.

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

2.4 RESULTADOS

Os dez estudos adotaram o MESMIS como principal referencial teórico-metodológico para fundamentação das pesquisas. Aproximadamente 174 indicadores foram levantados e classificados nas respectivas dimensões: 59 indicadores ambientais, 53 indicadores econômicos, 60 indicadores sociais e 2 indicadores de saúde. A lista dos principais indicadores foi ordenada conforme as três principais dimensões (Quadro 2).

Quadro 2 - Principais indicadores utilizados em pesquisas que avaliam agroecossistemas familiares

Ref.	Indicadores ambientais	Indicadores econômicos	Indicadores sociais
Artigo 1	Manejo do solo; Tipo de cultivo; Agregação de nutrientes; Uso de fertilizantes orgânicos; Sistema de irrigação; Armazenamento de água.	Pluriatividade do agroecossistema; Composição da renda familiar; Satisfação das necessidades básicas; Autossuficiência alimentar.	Participação em organizações sociais; Comercialização; Suporte técnico; Visão e relevância do agrossistema; Planejamento e registros de gestão; Tomada de decisões.

Artigo 2	Diversificação da produção; Tamanho do estabelecimento; Dependência de insumos externos; Eficiência produtiva; Perdas por mudanças climáticas; Vulnerabilidade à seca; Uso de agrotóxicos.	Acesso ao crédito; Diversificação dos rendimentos; Geração de emprego e renda; Qualidade da infraestrutura; Rentabilidade; Geração de emprego e renda; Beneficiamento da produção; Produtos diferenciados.	Inovação; Mercado para a agricultura; Mobilização social em organizações; Local de residência da família; Escolaridade; Idade; Disponibilidade de mão de obra; Participação e empoderamento; Sucessores para a atividade; Participação feminina na atividade; Autoconsumo; Roubo de máquinas e equipamentos.
Artigo 3	Caracterização ambiental da área explorada.	Produtividade; Renda; Conveniência econômica; Risco econômico; Subsistência; Adoção de novas tecnologias	Conhecimento e consciência ecológica; Organização e participação; Satisfação pessoal
Artigo 4	Benefícios percebidos; Diversidade biológica; Presença de ecotecnologias.	Diversificação das atividades; Independência de suprimentos.	Tempo de permanência dos participantes; Segurança fundiária; Geração e transmissão do conhecimento; Acessibilidade.
Artigo 5	Diversidade de aves; Biomassa de pastagens; Carbono orgânico lábil.	Produtividade; resultado líquido.	Qualidade de vida; Organização do trabalho; Implementação de tecnologias; Mão de obra familiar; Planejamento.
Artigo 6	Não definido	Vendas por produtor; Relação custo-rendimento-custo; Produtores beneficiados; Consumidores beneficiados; Frequência de mercado; Mercado local; Produção agroecológica; Distribuição de benefícios; Preços; Participação de mercado; Financiamento; Canais de informação e treinamento.	Não definido.
Artigo 7	Espécies cultivadas; Conservação de canais; Conservação de florestas; Mudança no uso da terra; Aplicações de pesticidas; Uso de fertilizantes sintéticos; Índice de qualidade da água.	Margem líquida; Custo benefício; Custo inicial de investimento.	Agricultores organizados; Agricultores treinados; Dependência de subsídios e créditos; Mão de obra familiar; Equidade de gênero; Equidade na distribuição de renda; Participação na tomada de decisão.

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

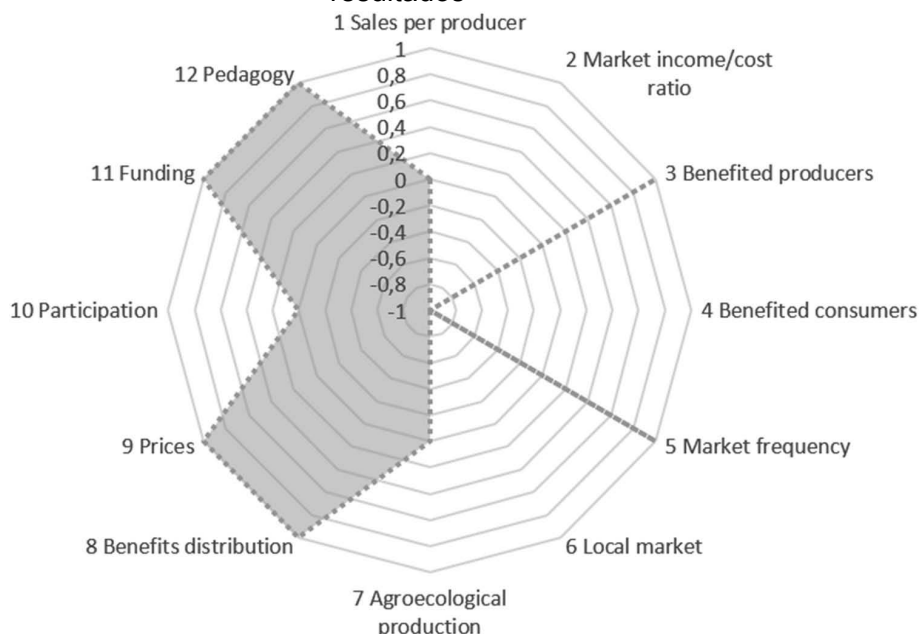
Fonte: Web of Science (2023). Elaboração própria.

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

Destacam-se, também, os indicadores específicos como: segurança fundiária, roubo de máquinas e equipamentos, e benefícios percebidos na saúde e nas práticas seguras. A divulgação realizada pelos autores acontece em três momentos: no primeiro, para apresentar os indicadores a serem utilizados, separando-os em tabelas e quadros e associando-os às suas respectivas relações com os atributos de

sustentabilidade (Astier, *et al.*, 2012). No segundo, para descrever os indicadores e as respectivas variáveis adotadas para a avaliação de determinada característica do agroecossistema. E no terceiro, os resultados são expostos por meio de tabelas, quadros, gráficos, sendo o gráfico radar o mais utilizado (Figura 9).

Figura 9 - Exemplo de gráfico radar utilizado para a apresentação dos resultados



Fonte: Chaparro-Africano (2019).

O gráfico tipo radar, ou amoeba, ilustra uma visualização panorâmica da realidade investigada, à medida que resume a pontuação e as escalas obtidas em cada propriedade. Ainda, facilita a leitura e a interpretação dos indicadores, viabiliza a identificação dos pontos fortes e fracos da unidade de produção, incentiva os agricultores a refletirem sobre suas estratégias de gestão, e guia os demais agentes responsáveis por políticas e ações corretivas (Cândido *et al.*, 2015).

A respeito dos objetivos e dos locais onde foram realizadas as pesquisas, com exceção de Chaparro-Africano (2019), que se propôs a avaliar indicadores econômicos de mercados agroecológicos, os demais pesquisadores objetivaram uma avaliação geral de agroecossistemas familiares e convencionais, dentro das dimensões sociais, econômica e ambientais (Quadro 3).

Quadro 3 - Objetivos dos estudos dos artigos avaliados

	Referência	Localidade¹	Objetivos das pesquisas
Art. 1	Acuña e Marchant (2016)	Chile	Comparar a sustentabilidade em sistema agroecológicos e convencionais de agricultura.
Art. 2	Sousa, Silveira e La Rocca (2020)	Itália	Avaliar a sustentabilidade ambiental e socioeconômica em agroecossistemas.
Art. 3	Côrtes, Zappes e Benedetto (2019)	Brasil	Avaliar a sustentabilidade em sistemas de coleta em manguezal.
Art. 4	Fernandéz <i>et al.</i> , (2020)	México	Avaliar os indicadores socioeconômicos, ambientais e de saúde de produtores de hortas urbanas.
Art. 5	Albicette <i>et al.</i> , (2017)	Uruguai	Avaliação e implementação de práticas pecuárias em sistemas familiares.
Art. 6	Chaparro-Africano (2019)	Colômbia	Construir um quadro de indicadores para avaliar os mercados agroecológicos.
Art. 7	Merlín-Uribe <i>et al.</i> (2012)	México	Avaliar a sustentabilidade ambiental e socioeconômica em sistemas de produção agrícola.
Art. 8	González-Esquivel <i>et al.</i> (2020)	Guatemala	Avaliar a sustentabilidade ambiental e socioeconômica em agroecossistemas.
Art. 9	Oliveira, Collado, Lucio (2012)	Brasil	Avaliar a sustentabilidade ambiental e socioeconômica em agroecossistemas familiares.
Art. 10	Leyva, La Torre e Coronado (2021)	México	Avaliar a sustentabilidade ambiental e socioeconômica em comunidades indígenas.

Legenda: ¹Localidade onde ocorreram as pesquisas.

Fonte: Web of Science (2023). Elaboração própria.

As pesquisas de Fernandéz *et al.* (2020), para além das informações coletadas sobre as questões socioeconômicas e ambientais, consideraram os atributos da saúde dos agricultores responsáveis pelos sistemas de manejo em hortas urbanas no México, e destacaram potenciais na geração de renda, socialização e valorização da saúde com o sistema de produção alimentar orgânico, devido ao ambiente proporcionar melhores escolhas alimentares por parte dos consumidores.

Acuña e Marchant (2016) avaliaram práticas agrícolas em Curarrehue, na região da Araucanía, Chile, comparando as experiências que contribuem com a sustentabilidade nas fazendas de abordagem agroecológica, em relação às de abordagem convencional. Por meio dos indicadores avaliados, demonstraram os sistemas agroecológicos milenares sofrendo intervenções em decorrência dos modelos extensionistas convencionais, principalmente dos modelos norte-americanos, implementados pelo estado chileno. Por outro lado, os indicadores apontam um desuso de fertilizantes e pesticidas químicos, além de uma

gama de empreendimentos e comercialização de produtos provenientes das práticas agroecológicas que acaba por melhorar a qualidade de vida dos agricultores.

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

Dos dez trabalhos selecionados, dois foram resultados de pesquisas realizadas no Brasil. Côrtes, Zappes e Beneditto (2019) investigaram o manejo no manguezal do estuário do Rio Paraíba do Sul, levando a indicadores com valores abaixo do ideal, com índice de sustentabilidade relativa de 47%. Os dados sugerem que os caranguejos dos mangues não são recolhidos de forma sustentável na região. Oliveira *et al.* (2012), em Jatobá do Piauí, no estado do Piauí, apontam para o uso de 27 indicadores de sustentabilidade de sistemas agrícolas familiares. A pesquisa foi a única a avaliar as características do solo das propriedades, apoiando-se nas medições em campo e nas análises laboratoriais, além da análise dos efeitos da fertilização, da supressão de ervas daninhas e dos impactos positivos nas condições de umidade do solo, decorrentes do uso de tecnologias de forrageamento. Perceberam que essas características do solo favorecem fortemente a confiança, a estabilidade, a resiliência e a produtividade, conforme evidenciaram os resultados dos indicadores estudados (Oliveira; Collado; Lucio, 2012).

Entre os anos de 2012 e 2015, Albicette *et al.* (2017) avaliaram as práticas em sistemas de pecuária familiar na região de Rocha, Uruguai, por meio de uma abordagem de co-inovação. Combinaram a teoria de sistemas complexos com a aprendizagem social, envolvendo produtores de duas áreas rurais. Dentre os dez

artigos selecionados, este último teve um período mais longo implementado à metodologia.

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

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

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

No 10º artigo, Leyva, La torre e Coronado (2021) pesquisaram agricultores de 18 aldeias indígenas no estado de Hidalgo, México. Ao utilizarem 31 indicadores na avaliação de desempenho dos sistemas agrícolas, em fazendas de sequeiro e fazendas de irrigação, notaram a vulnerabilidade da segurança econômica e alimentar dos agricultores, associada à desigualdade na distribuição do rendimento e à baixa segurança alimentar.

Outras vulnerabilidades são a falta de assistência técnica e a redução da produtividade e dos lucros associados, atribuídos às pragas e às doenças das culturas dentro dos dois sistemas agrícolas. A falta de serviços técnicos, juntamente com os problemas econômicos, contribui para a quebra da renovação geracional e

dá força à migração dos jovens em busca de uma vida melhor (Leyva; La torre; Coronado, 2021).

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

2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

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

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

O método pode apresentar restrições ao priorizar a avaliação da sustentabilidade com base apenas em indicadores por atributos. Sugere-se o uso de abordagens metodológicas quantitativas e análises estatísticas dos dados coletados. Além disso, durante a revisão bibliográfica, observou-se a inviabilidade de padronização dos indicadores para a avaliação da sustentabilidade em sistemas distintos, uma vez que cada um está inserido em contextos geográficos, ecológicos

e culturais específicos. Exigindo dos pesquisadores maior rigor metodológico e critérios mais precisos na definição e na aplicação dos indicadores, de modo a garantir a validade e a comparabilidade dos resultados.

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

REFERÊNCIAS

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

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

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

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

CHAPARRO-AFRICANO, Adriana María. Toward generating sustainability indicators for agroecological markets. **Agroecology And Sustainable Food Systems**, [S.L.], v. 43, n. 1, p. 40-66, 2 jan. 2019. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/21683565.2019.1566192>.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3 SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL DA MELIPONICULTURA

RESUMO: O objetivo deste estudo foi avaliar a sustentabilidade da meliponicultura por meio dos indicadores sociais, econômicos e ambientais em propriedades urbanas e rurais da Região Oeste do Paraná. A metodologia adotada consistiu em um estudo exploratório descritivo, com abordagem quantitativa, realizado entre os anos de 2023 e 2024, envolvendo 58 sistemas de manejo da meliponicultura. O referencial teórico-metodológico utilizado foi o MESMIS – Marco para Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade. Os resultados indicam que a meliponicultura na região apresenta fragilidades no que se refere à assistência técnica especializada e à ausência de estruturação da atividade como cadeia produtiva economicamente viável. Por outro lado, as dimensões sociais e ambientais apresentaram dados satisfatórios, com destaque para a sustentabilidade de indicadores individuais e compostos. Conclui-se que a atividade possui expressiva relevância socioambiental, sendo necessário o fortalecimento das redes de cooperação entre meliponicultores, a promoção do intercâmbio de conhecimentos e tecnologias, o aprimoramento das práticas de manejo e o fomento da produtividade da atividade. Os resultados apresentados fornecem uma base técnico-científica que pode orientar iniciativas públicas e privadas com vistas ao fortalecimento da cadeia produtiva da meliponicultura no estado do Paraná.

Palavras-chave: Abelhas-sem-ferrão; Desenvolvimento Sustentável; Indicadores; Meliponários; Sistemas de Produção.

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the sustainability of meliponiculture through social, economic, and environmental indicators on urban and rural properties in the western region of Paraná. The methodology adopted was an exploratory descriptive study with a quantitative approach, conducted between 2023 and 2024, involving 58 meliponiculture management systems. The theoretical-methodological framework used was MESMIS – Framework for the Evaluation of Natural Resource Management Systems Incorporating Sustainability Indicators. The results indicate that meliponiculture in the region has weaknesses regarding specialized technical assistance and the lack of structuring the activity as an economically viable production chain. On the other hand, the social and environmental dimensions showed satisfactory data, with an emphasis on the sustainability of individual and composite indicators. It is concluded that the activity has significant socio-environmental relevance, and strengthening cooperation networks among stingless beekeepers, promoting the exchange of knowledge and technologies, improving management practices, and boosting productivity are necessary. The results provide a technical-scientific basis that can guide public and private initiatives aimed at strengthening the meliponiculture production chain in the state of Paraná.

Keywords: Stingless bees; Sustainable Development; Indicators; Meliponaries; Production systems.

3.1 INTRODUÇÃO

A meliponicultura tornou-se socialmente relevante na mídia, na academia e no ambiente político. Os motivos são diversos, destacando-se os serviços ecossistêmicos prestados pelas abelhas nativas sem ferrão, presentes nos sistemas de manejo espalhados pelo Brasil, e a sua capacidade integrativa entre humanos e no meio ambiente (Barbiéri; Franco, 2020).

A pluralidade e o potencial da atividade ganharam notoriedade, tanto que em julho de 2023, foi aprovada a Lei n.º 14.639, focada no desenvolvimento dos setores econômicos, sociais e ambientais da meliponicultura que carecem de políticas, tecnologias e assistência técnica especializada. A lei prevê o subsídio de crédito da iniciativa pública e privada para estimular a produção e a comercialização de produtos e serviços apícolas e meliponícolas. Implementando medidas de apoio à pesquisa e ao desenvolvimento tecnológico, à assistência técnica e à extensão rural, ao seguro rural e às certificações de origem, social e ambiental, além da instituição de selo de qualidade.

Embora louvável a popularização alcançada, os dados quantitativos ainda são incipientes diante das demandas existentes. No estado do Paraná, por exemplo, são escassas as informações públicas e as pesquisas sobre os indicadores ambientais, econômicos e sociais alinhados à sustentabilidade da meliponicultura. A falta de dados concretos dificulta a formulação de políticas públicas e a promoção de práticas de manejo sustentável, realidade essa que motivou a questão central deste estudo: a meliponicultura pode ser considerada uma atividade sustentável na Região Oeste do Paraná?

Para tanto, entre os anos 2023 e 2024, uma pesquisa foi desenvolvida envolvendo produtores de 58 sistemas de manejo da meliponicultura na Região Oeste do Paraná. O objetivo foi identificar os principais indicadores sociais, econômicos e ambientais da atividade, realizada nas propriedades urbanas e rurais da região. A metodologia consistiu em um estudo exploratório descritivo, com enfoque quantitativo. O referencial teórico-metodológico utilizado foi o MESMIS - Marco para Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade, apropriado à avaliação da sustentabilidade em sistemas de manejo de recursos naturais destinados aos pequenos agricultores na América Latina (Maserà; Astier; López-Ridaura, 2000).

Os resultados sugerem uma meliponicultura carente de assistência técnica especializada e de estruturação da atividade numa cadeia produtiva viável do ponto de vista econômico. No entanto, as dimensões sociais e ambientais apresentaram resultados positivos, com elevado grau de sustentabilidade revelado nos indicadores individuais e indicadores de sustentabilidade compostos. A pesquisa destacou, também, a importância de se fortalecer as redes de cooperação entre meliponicultores e de se promover o intercâmbio de conhecimentos e tecnologias, a

fim de melhorar as práticas de manejo e aumentar a resiliência dos sistemas de produção.

3.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.2.1 Avaliação da sustentabilidade por meio de indicadores

Durante a década de 1990 surgiram metodologias direcionadas ao processo de avaliação da sustentabilidade, mediante indicadores disponíveis em sistemas de produção agrícolas (Cândido *et al.*, 2015). O MESMIS, acrônimo em espanhol de Marco para Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade, foi uma delas.

Criado por equipes multidisciplinares de universidades e alguns centros de pesquisas mexicanos, consistia em desenvolver, difundir e aplicar metodologias de avaliação da sustentabilidade, em sistemas de manejo de recursos naturais dos pequenos agricultores na América Latina (Astier *et al.*, 2012). Partindo de um referencial teórico-metodológico, constituído por conceitos-chave do desenvolvimento sustentável, da sustentabilidade, da gestão de recursos naturais, das abordagens sistêmicas, da avaliação de sustentabilidade e dos indicadores de sustentabilidade (Masera; Astier; López-Ridaura, 2000). Consideravam, também, a implementação do método, ocorrendo por atributos e critérios de diagnóstico, pela leitura de indicadores das causas dos problemas e pela proposição de soluções para promover a sustentabilidade nos sistemas de manejo avaliados (Astier *et al.*, 2012).

Masera, Astier e López-Ridaura (2000) preocuparam-se em conceituar a sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável, durante a construção do MESMIS, cientes da improvável consensualidade de uma definição universal (Cândido *et al.*, 2015).

Sugerem os criadores que:

[...] o desenvolvimento sustentável é o processo pelo qual as necessidades materiais e espirituais de todos os habitantes do planeta seriam permanentemente atendidas, sem deterioração ou mesmo melhoria das condições socioambientais. Desta forma, o desenvolvimento sustentável pode ser considerado como um processo de mudança direcionada, onde os objetivos traçados são tão importantes quanto o caminho para alcançá-los. As noções de permanência (em termos de cuidado adequado do ambiente socioambiental) e equidade (em termos de distribuição justa intra e intergeracional de custos e benefícios) do processo são partes indispensáveis da definição de desenvolvimento sustentável (Masera; Astier; López-Ridaura, 2000 p. 10).

Os meios para um desenvolvimento sustentável dependem dos objetivos traçados, que por sua vez, não devem ser estabelecidos de forma estática, mas, continuamente redefinidos, em razão das constantes transformações das necessidades humanas, bem como das mudanças sociais e ambientais (Masera; Astier; López-Ridaura, 2000).

A natureza dos objetivos do desenvolvimento sustentável pode ser social, ambiental e econômica. Os objetivos sociais são apropriados à promoção da diversidade cultural, do pluralismo e da redução das desigualdades em países, regiões ou comunidades em vulnerabilidade. Os objetivos ambientais, abordam a busca por adequação, conservação e restauração da base de recursos naturais, além de desenvolver sistemas tecnológicos úteis para o uso racional dos recursos. Já os objetivos de ordem econômica, devem “fomentar estruturas produtivas que forneçam à sociedade os bens e serviços de que esta necessita, garantindo o pleno emprego e o trabalho digno” (Astier *et al.*, 2012, p. 10).

Duas perspectivas têm destaque no debate sobre a sustentabilidade dos agroecossistemas de produção dos recursos naturais: a primeira, uma abordagem simples, refere-se à limitação física de uma classe de produtos renováveis, como recursos florestais e pesqueiros. Nesse cenário, a sustentabilidade é sinônimo de “consumo de recursos, sem necessariamente esgotá-los”, caracterizada pelo uso com equilíbrio, sem diminuir o sistema, semelhante ao usufruto dos juros do rendimento da poupança, conservando o montante do capital investido (Masera; Astier; López-Ridaura, 2000).

Na segunda, a sustentabilidade vai além do uso racional de determinado recurso, pois orienta o complexo processo de constituição, manutenção e reprodução de um sistema de produção de recursos naturais e as influências nas

dimensões sociais, econômicas e ambientais (Astier *et al.*, 2012). Um agroecossistema sustentável não existe sem mudanças nos determinantes socioeconômicos, que governem o que é produzido, como é produzido e para quem é produzido. Logo, as estratégias de desenvolvimento devem incorporar não somente dimensões tecnológicas, mas também questões sociais, econômicas e ecológicas (Altieri, 2004).

A produção sustentável em agroecossistemas, segundo Altieri (2004), é resultado da combinação integrada de todas as dimensões mencionadas, seguidas por princípios básicos, como a conservação dos recursos renováveis, a adaptação dos cultivos ao ambiente e a manutenção de um nível moderado, porém sustentável, de produtividade. Além disso, deve prever a adoção das técnicas de base agroecológica: equilíbrio dos elementos naturais e organismos coexistentes, para um desenvolvimento saudável e produtivo, e resiliência da biodiversidade local. Sendo, portanto, possível em um contexto de organização social que:

[...] proteja a integridade dos recursos naturais e estimule a interação harmônica entre os seres humanos, o agroecossistema e o ambiente. A agroecologia fornece as ferramentas metodológicas necessárias para que a participação da comunidade venha a se tornar a força geradora dos objetivos e atividades dos projetos de desenvolvimento. O objetivo é que os camponeses se tornem os arquitetos e atores de seu próprio desenvolvimento (Altieri, 2004, p. 25)

O desenvolvimento sustentável de agroecossistemas de base agroecológica enfatiza os resultados socioambientais de longo prazo, e não a produtividade no curto prazo. Em períodos longos, a diversificação de culturas e as interações entre os cultivos, animais e árvores resultam em sinergias benéficas, promovendo nos agroecossistemas a sua própria fertilidade de solo, controle de pragas e produtividade, assim como retornos financeiros necessários (Altieri, 2004). Não obstante, incorporar tecnologias adequadas às diferentes localizações, agregar bens e serviços mais duráveis, com equidade na distribuição, com aporte de energia e valorização do conhecimento local é o caminho para o desenvolvimento (Ferraz, 2003).

Compreender a sustentabilidade de um agroecossistema, mediante a leitura das suas multidimensões, foi o principal objetivo lançado pelos criadores do

MESMIS (Masera; Astier; López-Ridauro, 2000). Para eles, coletar os indicadores de sustentabilidade direciona os meios para a manutenção de uma série de objetivos ou propriedades desejados a longo prazo. O grau de sustentabilidade pode ser o resultado da leitura dos indicadores, desde que o processo de avaliação ocorra de forma cíclica e em caráter de comparação dentro dos diversos sistemas agrícola, pecuária, florestal ou em caráter de avaliação histórica do mesmo sistema (Astier *et al.*, 2012).

Conforme Hein (2019), além de examinar os setores mais e menos sustentáveis, o método viabiliza a identificação dos pontos críticos e promove mudanças necessárias, comparando as estruturas em um mesmo agroecossistema e determinando a sua sobrevivência no curto, médio e longo prazo.

Em linhas gerais, o direcionamento para a avaliação multidimensional da sustentabilidade é composto por um ciclo de seis etapas (Astier *et al.*, 2012). As três primeiras caracterizam o sistema, identificam os pontos críticos, selecionam os critérios de diagnóstico e os indicadores específicos. Nas três últimas, as informações obtidas, por meio de técnicas qualitativas e quantitativas e análise multicritério, permitem obter um julgamento de valor sobre os sistemas e fornecer sugestões com o intuito de melhorá-los (López-Ridauro; Masera; Astier, 2002).

Conforme Alves, Cândido e Carolino (2016), tal percurso acarreta um diagnóstico do agroecossistema à identificação das dimensões a serem aprimoradas. Suscita uma série de recomendações como ponto de partida para redesenhar o agroecossistema e monitorar sua sustentabilidade no futuro, podendo estabelecer um novo ciclo de estudos, e resultando em uma proposta para o monitoramento e acompanhamento constante do agroecossistema.

3.2.2 As dimensões da sustentabilidade na meliponicultura

As atividades inerentes à prática da meliponicultura são consideradas simples, porém os elementos culturais, ambientais e socioeconômicos envolvidos em sua constituição são bastante complexos em razão das interações entre a humanidade e o meio ambiente (Barbiéri; Franco 2020). Essa relação é parcialmente explicada pela grande valoração cultural que o mel das abelhas-sem-ferrão possui, atribuída a suas finalidades terapêuticas e

características medicinais (Ramos; Silva, 2021). Conferida, também, às questões ambientais, por contribuir com a manutenção e a conservação das espécies e por ser uma atividade potencial de desenvolvimento sustentável visto que “adota formas de consumo, produção e reprodução que respeitam e salvaguardam os direitos humanos e a capacidade regeneradora da terra.” (Kerr *et al.*, 2001).

Culturalmente, a meliponicultura sobrevive e carrega tradições, conhecimentos e valores das comunidades que a praticam há séculos (Venturieri, 2008). As experiências de manejo transmitidas entre gerações, remetem à identidade cultural, à história e até aos ritos religiosos de várias comunidades indígenas nas Américas (Barbiéri; Franco, 2020). Os conhecimentos tradicionais sobre as espécies de abelhas, seu comportamento, habitat, técnicas de criação e uso dos produtos das colmeias datam do período colonial e são frequentemente associados à observação da natureza, e transmitidos oralmente entre os povos originários no Brasil (Venturieri, 2008).

Em outras regiões, diferentes tribos indígenas exploram produtos desde os tempos antigos, incluindo os maias, do México e da Guatemala, os pigmeus Abayandas, de Uganda, e várias tribos aborígenes australianas (Jaffé *et al.*, 2015). Para os Maias, as abelhas eram a ponte entre o mundo físico e o espiritual, conectando-os com o deus Ah Muzen Cab. Elas desempenhavam um papel importante nos rituais religiosos e na economia local. O mel, a cera e as resinas eram utilizados em rituais religiosos, como remédio, como adoçante, na fabricação de bebidas fermentadas, no comércio e até como pagamento de tributos (Ramos; Silva, 2021).

No Brasil existem versões sobre a origem da meliponicultura, sugerindo ter iniciado com os povos nativos sendo, ao longo do tempo, popularizada entre pequenos e médios produtores, especialmente agricultores familiares, que criavam abelhas-sem-ferrão como uma alternativa complementar de renda (Ramos; Silva, 2021). Vale ressaltar que as abelhas-sem-ferrão eram as únicas produtoras de mel e as principais polinizadoras da flora nativa até o ano 1838, quando, com a pretensão de fabricar velas de cera branca para as Missas da Corte com a cera, o Padre Manoel Severiano introduziu as *Apis mellifera iberica* no Rio de Janeiro. Na época, a quantidade de abelhas-sem-ferrão era tão grande no Brasil que muitos rios eram denominados pelos portugueses de "rio das avelhas", ou, rio das abelhas, o que foi

imediatamente entendido pelos sertanistas brasileiros como "Rio das Velhas" (Kerr *et al.*, 2001).

O rico acervo de conhecimentos e cultura da meliponicultura vem integrando programas de educação ambiental, com objetivo de promover o aprendizado sobre as abelhas e sua relação com o meio ambiente (Barbiéri; Franco 2020). Adotados também pela ciência, tais conhecimentos subsidiam novas tecnologias, e com o apoio das mídias e da educação formal, são transmitidos às presentes e futuras gerações, conectando alunos a seu patrimônio cultural ambiental (Amaral *et al.*, 2021).

Do ponto de vista da dimensão ambiental, a meliponicultura no Brasil é favorecida graças à rica biodiversidade dos ecossistemas aqui existentes (Barbiéri; Franco 2020). A atividade contribui com a sustentabilidade ambiental dos ecossistemas: os meliponicultores conservam uma variedade de agentes polinizadores, responsáveis pela polinização das angiospermas, plantas dependentes desse processo para se reproduzirem (Santos; Blochtein, 2018).

Outra prática comum entre os meliponicultores, objetivando o desempenho produtivo mais satisfatório, é o reflorestamento de áreas degradadas e o plantio de árvores (Menezes, 2018). Para o desenvolvimento eficaz das colônias, plantam árvores, arbustos e outras plantas com flores, fornecedores de recursos como pólen, néctar e resinas, e incluem em sua rotina a multiplicação de diversas plantas nativas, "fazem trocas de mudas e sementes de plantas fornecedoras desses recursos, melhorando a qualidade ambiental inclusive de ambientes urbanos" (Barbiéri; Franco, 2020, p. 12).

Ambientes com farta disponibilidade de vegetação, como o bioma amazônia, são propícios para a meliponicultura devido ao clima quente, à abundância de espécies fornecedoras de recursos florais, à floração distribuída ao longo do ano e à presença de mais de 130 diferentes espécies de abelhas produtoras de mel (Venturieri, 2008). A diversificação e o uso adequado das terras amazônicas, além de "integrarem a atividade à vegetação natural, a plantios florestais e de fruteiras e contribuir para o aumento da produção agrícola", favorecem a origem de frutos maiores, de melhor qualidade e em maior quantidade (Venturieri, 2008, p. 17).

Apesar dessas características favoráveis, práticas inadequadas como o extrativismo e a introdução de espécies exóticas são comuns (Santos; Blochtein, 2018). Os meleiros, que destroem colônias em busca de mel, incluindo índios que

são muito hábeis em encontrar os ninhos dos meliponíneos, mas não possuem dinheiro nem motivação para criá-las em caixas racionais, as abandonam no chão, sendo posteriormente destruídas pelas formigas (Kerr *et al.*, 2001).

Há casos de meleiros adquirirem colônias de fora da área de ocorrência da instalação do meliponário, introduzindo abelhas exóticas a essa área, e, quando provenientes de área local, o fazem quase sempre de forma predatória, extraindo-as com a retirada parcial ou completa das árvores locais. A reprodução de espécies exóticas pode resultar em desequilíbrios ecológicos, competição dos recursos florais com as espécies locais, introdução de doenças e parasitas, além de possíveis hibridações indesejadas (Santos; Blochtein, 2018). O ideal, no início da atividade da meliponicultura, é a obtenção dos enxames por meio de negociações, trocas com meliponicultores da região, ou captura com ninhos-isca devidamente instalados em locais onde ocorrem espécies nativas (Nogueira Neto, 1997).

Ao adquirir os enxames, é possível realizar a reprodução de algumas espécies utilizando técnicas desenvolvidas por produtores e pesquisadores. Atualmente, existem técnicas eficientes de multiplicação racional de colônias de meliponíneos com o mínimo de perturbação, agrupadas basicamente em seis métodos de divisão, como o método 1 para 1; método 2x3; método de introdução de rainha fecundada; método de cria total; método Fernando Oliveira e método de Aidar (Kerr *et al.*, 2001). O manejo adequado pode assegurar a reprodução de novos enxames no sistema local, além de possibilitar a sobrevivência de espécies já consideradas extintas na natureza.

No estado do Paraná, graças às características ambientais favoráveis, à rica flora em algumas regiões, aos solos férteis e à farta disponibilidade de água, o crescimento da meliponicultura tem sido viabilizado com mais de 25 espécies já encontradas (Zamudio, Alvarez, 2022; ABELHA, 2023; Schühli, 2024). O estado é um dos pioneiros na regulamentação, e em 2009, o Instituto Ambiental do Paraná, hoje IAT, lançou o Plano de Conservação Para Abelhas Sociais Nativas Sem Ferrão com o objetivo geral de fomentar a proteção e o aumento do conhecimento sobre o tema, assegurar a manutenção das populações de espécies existentes e preservar os habitats de sua ocorrência (Paraná, 2009).

Em 02 de outubro de 2017, o governo do estado sancionou a Lei n.º 19.152, definindo a meliponicultura como atividade de manejo e de criação de abelhas sociais nativas com objetivos comerciais, de pesquisa científica, de atividades de

lazer, de educação ambiental e de consumo próprio ou familiar de mel e outros produtos das abelhas (Paraná, 2017a).

O documento define o sistema de manejo da meliponicultura ou meliponário como:

[...] local destinado à criação racional de abelhas sociais nativas, composto de um conjunto de colônias, alojadas em colmeias especialmente preparadas para o manejo e manutenção dessas espécies, e que poderá realizar e subsidiar pesquisas científicas, ensino e extensão, sendo sinônimo de criadouro comercial de abelhas silvestres nativas (Paraná, 2017a, p.3).

A lista de documentos inclui ainda a Lei Federal n.º 14.639, sancionada em 25 de julho de 2023, que institui a Política Nacional de Incentivo à Produção Melífera de Abelhas do gênero *Apis* e das abelhas-sem-ferrão nativas brasileiras. A legislação prevê o incentivo ao desenvolvimento de produtos e serviços apícolas e à meliponícolas de qualidade, ao promover a eficiência econômica da cadeia produtiva e garantir padrões de qualidade dos produtos e serviços oferecidos aos consumidores (Brasil, 2023). Essa política pode fomentar áreas, como a concessão de crédito rural para o financiamento das atividades, a assistência técnica, a formação de mão de obra qualificada e a certificação de origem ambiental e regional.

A regulamentação da atividade é uma das conquistas para a cadeia produtiva, voltada ao desenvolvimento de produtos e serviços geradores de renda para os produtores. Podendo atuar diretamente na produção e na comercialização dos produtos, oriundos das abelhas, e se beneficiarem indiretamente dos serviços de polinização (Barbiéri; Franco, 2020).

Kerr *et al.* (2001) apresentam três valores atribuídos aos meliponíneos: valor de mercado, valor de conveniência e valor moral. O valor de mercado é avaliado pela produção de mel, pólen, própolis e cera; pela polinização de espécies hortícolas e frutíferas; pela manutenção das florestas e da fauna; e pela venda de colônias. Valor de conveniência está relacionado à sua beleza, ausência de ferrão, possibilidade de demonstrar seu comportamento e ao prazer de contribuir para sua conservação. Já o valor moral é duplo: de natureza religiosa, questionando o direito de destruir a criação de Deus, e de natureza prática, considerando que a sobrevivência das abelhas pode estar ligada à nossa própria sobrevivência, a partir

de uma cadeia de eventos. A seguir, será detalhado apenas o primeiro valor dos meliponíneos.

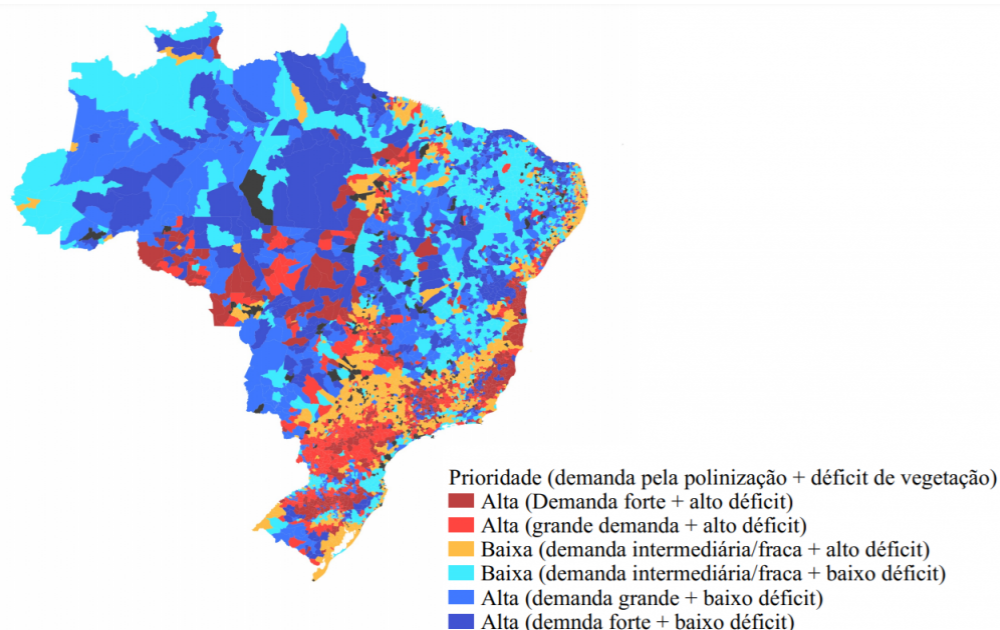
A exploração do mel, assim como os dados quantitativos no mercado da meliponicultura, ainda são incipientes e pouco divulgados quando comparados ao cenário da apicultura, que, por sua vez, produziu no Brasil quase 61 mil toneladas de mel, representando um valor de produção de 52 mil toneladas em 2020, 55,6 mil em 2021 e R\$ 958 milhões no ano de 2022, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2022). Em 1974, o Brasil produzia 4 mil toneladas de mel, quantidade que aumentou para 61 mil toneladas em 2022 (ABELHA, 2023). Apesar das características favoráveis à produção de mel, o Brasil não está entre os dez maiores produtores, conforme dados de 2022 da FAO (2024), ficando atrás de países como Canadá, México e Argentina, sendo a China o maior produtor mundial.

Esse contexto sugere uma oportunidade de crescimento para ampliar a produção no setor (Jaffé *et al.*, 2015). No caso da meliponicultura, a quantificação dos produtos diretos das abelhas corresponde aos recursos naturais que são coletados ou produzidos e que podem ser explorados comercialmente. Entre esses produtos estão o mel, pólen, própolis, cerume (mistura de cera e própolis), além da venda de colônias em caixas racionais, loções atrativas para enxames, ferramentas e ninhos-isca (Barbiéri; Franco, 2020).

Além desses produtos, a polinização torna a meliponicultura aliada do desenvolvimento econômico local e mundial; “abelhas-sem-ferrão são polinizadores essenciais tanto da flora natural como das culturas comerciais e, portanto, de grande importância biológica e econômica” (Jaffé *et al.*, 2015). O processo de polinização de vegetação nativa corresponde a 30% das espécies da Caatinga e Pantanal e aproximadamente 90% das espécies da Mata Atlântica (Kerr *et al.*, 2001).

A manutenção e a recuperação desses ecossistemas dependem da polinização. O Relatório Temático sobre Polinização, Polinizadores e Produção de Alimentos no Brasil sugere um mapa sobre o déficit de vegetação no país. Bergamo *et al.* (2021) defendem que os serviços de polinização agregam um valor econômico de 43 bilhões de reais por ano na agricultura e por isso os polinizadores necessitam de áreas preservadas para se reproduzirem devido ao déficit de vegetação atual (Figura 10).

Figura 10 - Mapa da demanda por polinização e déficit de vegetação



Fonte: Bergamo *et al.* (2021).

Nota-se que a Região Centro-Sul do país demanda prioridade em polinização e, conseqüentemente, apresenta um alto déficit de vegetação. Como a prioridade é alta, a recuperação da vegetação disponível para os polinizadores é imprescindível. Em virtude disso, ocorrerá um aumento do número de polinizadores e logo as demandas por polinização da vegetação nativa e na agricultura também serão atendidas (Bergamo *et al.*, 2021).

Talvez seja este um dos grandes desafios: o reconhecimento por parte dos setores produtivos, principalmente do agronegócio, de que as abelhas e os polinizadores, de modo geral, são fundamentais não só para a manutenção da biodiversidade, mas para garantir o desenvolvimento a partir de bases sustentáveis e renováveis.

Segundo Jaffé *et al.* (2015), a meliponicultura tem um enorme potencial e apesar de, subexplorada no Brasil, vem se destacando por meio de iniciativas recentes para estimular a polinização dirigida. Para Menezes (2018), os serviços de polinização fornecidos por animais somam uma fatia de US\$ 235 a 577 bilhões na produção agrícola mundial anual e, no Brasil, contribuem com aproximadamente US\$ 12 bilhões anuais, equivalente a um terço da produção das culturas que dependem de polinização animal.

Um terço da produção mundial depende da visita de animais às flores, e as abelhas são responsáveis por 38% da polinização das plantas floríferas. “Segundo a FAO (Food and Agricultural Organization), a perda anual de produção agrícola por falta de polinização (para 30 cultivos) é de 65 bilhões de dólares” (Kerr *et al.*, 2001).

A polinização assistida com o apoio das abelhas, o aumento da produtividade da agricultura e a geração de benefícios econômicos e ambientais demandam a seguinte logística:

[...] os agricultores precisam recorrer aos criadores de abelhas para obter boa produtividade e atualmente, milhões de colônias de abelhas, de várias espécies, inclusive de abelhas solitárias, são produzidas e transportadas ao redor do mundo para atender a essa demanda. Devido à redução dos habitats dos polinizadores e de suas populações naturais, bem como da intensificação das práticas agrícolas, a produtividade dos cultivos dependentes de polinização foi afetada na maioria dos lugares com a redução drástica (Menezes, 2018, p. 11).

Como parte considerável do habitat foi degradada, reduzindo a disponibilidade de abelhas especializadas em polinização, a alternativa viável é o aluguel de enxames, motivo pelo qual muitos meliponíneos são deslocados de suas áreas de ocorrência até os locais das culturas (Menezes, 2018). O transporte indiscriminado de polinizadores resulta em problemas ambientais graves e muitas vezes irreversíveis; diversas espécies são introduzidas em locais onde não são nativas, causando impactos negativos nas populações de abelhas silvestres e manejadas (Santos; Blochtein, 2018).

Conforme aponta Menezes (2018), a criação e o manejo de polinizadores são práticas necessárias para aumentar a produtividade da agricultura, gerando benefícios econômicos e ambientais. Jaffé *et al.* (2015) fazem algumas considerações para torná-las mais lucrativas e atrativas a novos empreendedores, aumentando sua relevância como meio para alcançar o desenvolvimento sustentável. Do ponto de vista econômico, as práticas de gestão carecem de melhorias, se melhoradas podem aumentar a produção, e a incrementação de receitas provenientes das vendas podem estimular mais produtores a ingressarem na atividade. Alcançar essa otimização é desafiador, há uma enorme diversidade de práticas de gestão, fortemente ligadas ao patrimônio cultural e às marcantes diferenças biológicas entre as espécies de abelhas (Jaffé *et al.*, 2015).

Além disso, as diferentes organizações que oferecem formação em meliponicultura, geralmente, baseiam-se nas experiências pessoais de criadores bem-sucedidos e não em dados quantitativos. Por essa razão, esforços importantes têm sido direcionados para treinar novos produtores e padronizar práticas de manejo, quantificar custos de investimento e de perspectivas de lucro; avaliar as propriedades do mel, as qualidades e as rotas de comercialização; criar rainhas artificialmente, e diagnosticar a situação geral do setor em diferentes regiões (Jaffé *et al.*, 2015). Contudo, advertem que o desenvolvimento da área da meliponicultura requer organização, e pouco se tem feito na tentativa de relacionar os indicadores de produção e de rendimento com as práticas de gestão e outras variáveis em uma grande escala geográfica.

3.3 MATERIAL E MÉTODO

Este estudo exploratório é composto por dados de fontes primárias, coletados a partir de questionário aplicado entre os anos 2023 e 2024, e secundárias, bibliografia científica e websites oficiais. A amostra da pesquisa é constituída por 58 produtores e suas respectivas propriedades, urbanas e rurais onde ocorrem as práticas de manejo de abelhas nativas sem ferrão, possibilitando não só o levantamento dos indicadores de sustentabilidade presentes nas propriedades, mas também a identificação e a comparação das experiências dos meliponicultores.

Para escolha da população pesquisada, adotou-se o método Snowball, que consiste no primeiro pesquisado indicar o próximo participante, e assim sucessivamente. Segundo Vinuto (2014), trata-se de uma forma de amostra não probabilística, que utiliza uma espécie de cadeia de referências. Por esta razão não foi possível determinar inicialmente a probabilidade de seleção de cada participante. Todavia, como apresenta o autor, é uma estratégia útil para estudar grupos que não estão identificados por órgãos ou categorias.

A coleta dos dados primários ocorreu mediante a aplicação de um questionário, composto de 27 questões fechadas, disponibilizado aos produtores por meio do Google Forms. O questionário foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética da UNIOESTE, juntamente com o projeto e Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), contendo todas as informações necessárias aos sujeitos pesquisados.

Disponível no [Apêndice A](#), o questionário foi adaptado de Hein (2019) e Freitag (2020), e contempla questões gerais sobre as dimensões sociais, econômicas e ambientais das propriedades onde ocorre a prática da meliponicultura. A maioria delas conta com cinco opções de respostas que ao final são enquadradas na escala demonstrada (Quadro 4).

Quadro 4 - Escala de Sustentabilidade utilizada para o método MESMIS

Escala	Grau de sustentabilidade
1	Insustentável
2	Tendendo para a insustentabilidade
3	Transição
4	Tendendo para a sustentabilidade
5	Sustentável

Fonte: Freitag (2020) e Hein (2019).

O referencial teórico-metodológico utilizado foi o MESMIS - Marco para Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade (Masera; Astier; López-Ridaura, 2000), com as devidas adaptações para o sistema de produção da meliponicultura. A seguir são apresentadas as descrições de cada uma das etapas, seguindo as diretrizes teórico-metodológicas do método.

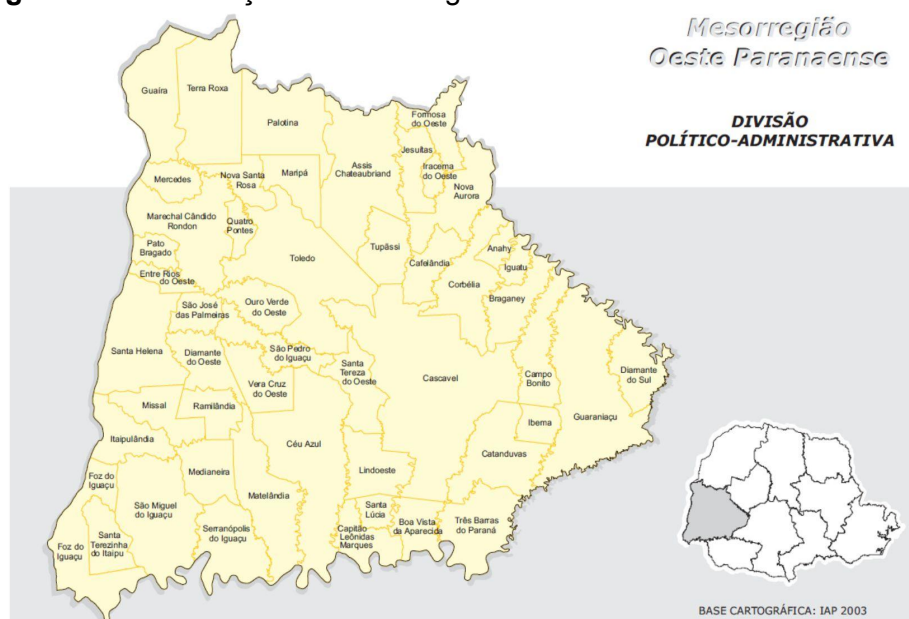
3.4 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DO MÉTODO

3.4.1 Determinação do objeto de estudo

A primeira etapa do MESMIS consiste em caracterizar o sistema de manejo a ser avaliado. Segundo Masera, Astier e López-Ridaura (2000), nessa fase do ciclo de avaliação, identifica-se o contexto socioambiental onde estão localizados os sistemas de manejo, tanto nas escalas espaciais quanto temporais. Sugerem que seja caracterizado o sistema de manejo de referência presente na localidade, seja ele tradicional ou convencional, e, se for o caso, caracterizar o sistema alternativo.

O contexto territorial, mesorregião Oeste Paranaense, localizada no Terceiro Planalto Paranaense, ocupando uma área aproximada de 11,5% do território estadual e abrangendo uma área de 2.290.859 hectares dentro do território brasileiro. A região faz fronteira com a Argentina e o Paraguai, e possui como principais divisas os rios Piquiri, Paraná e Iguaçu. Dos 50 municípios que a formam, “destacam-se Cascavel, Foz do Iguaçu e Toledo, devido às suas dimensões populacionais e níveis de polarização” (IPARDES, 2003, p. 6).

Figura 11 - Localização da Mesorregião Oeste no estado do Paraná - Brasil



Fonte: IPARDES (2003).

A Região conta com o Parque Nacional do Iguaçu, localizado no extremo oeste, ocupando uma área de 185.262 hectares, distribuído em território brasileiro e argentino. Segundo o ICMBio, instituição que o administra, o parque é um dos maiores remanescentes de Mata Atlântica, abriga uma rica biodiversidade, e inclui espécies raras e ameaçadas de extinção. Para Schühli (2024), a Região Oeste é promissora para o desenvolvimento das abelhas-sem-ferrão, conforme demonstrado em uma publicação dos resultados de um levantamento feito pela Embrapa Florestas em parceria com a Itaipu Binacional, o Parque Tecnológico Itaipu e a Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). Entre 2021 e 2023, os pesquisadores dessas instituições localizaram e identificaram oito espécies da tribo Meliponini, instaladas em ninhos naturais dentro de troncos de árvores nativas

da floresta, indicando que podem existir espécies preservadas, antes presentes somente em sistemas de manejo convencionais ou meliponários (Schühli, 2024).

No estado do Paraná existem aproximadamente 5700 desses sistemas de manejo, conforme informações coletadas em julho de 2023, junto à Agência de Defesa Agropecuária do Paraná - ADAPAR. Deles, foram avaliados 58 sistemas na Região Oeste, dos quais 42% estão instalados em áreas urbanas, enquanto 23% estão localizados exclusivamente em ambientes rurais e 33% estão distribuídos nos ambientes rural e urbano. Neste último caso, entende-se que os meliponicultores realizam o manejo em ambos os ambientes.

Os sistemas de manejo da meliponicultura, doravante denominados meliponários, são ambientes que possuem estruturas para abrigar as colmeias de meliponíneos, disponibilidade de pasto apícola e, em alguns casos, espaço para a fabricação das caixas adotadas no manejo e na multiplicação dos enxames (Paraná, 2017a). Por padrão, devem oferecer condições ambientais controladas, como temperatura e umidade, água e proteção contra predadores e intempéries (Giordani, 2021; Nogueira-Neto, 1997).

Os meliponários dos produtores que participaram da pesquisa estão distribuídos entre alguns dos 50 municípios que compõe a Região Oeste:

Tabela 3 - Localização e número de meliponários avaliados

Municípios	Meliponários
Assis Chateaubriand	10
Toledo	9
Cascavel	5
Medianeira	4
Santa Helena	4
Nova Aurora	4
Foz Do Iguaçu	4
Outro	4
Marechal Cândido Rondon	2
Jesuítas	2
Cafelândia	2
Céu Azul	1
Matelândia	1
Nova Santa Rosa	1
Vera Cruz do Oeste	1

Tupãssi	1
Capitão Leônidas Marques	1
São Miguel do Iguaçu	1
Santa Terezinha de Itaipu	1

Fonte: elaboração própria.

A coluna com a lista dos 58 meliponários corresponde ao número de participantes que aderiram voluntariamente à pesquisa, classificados por municípios. Assis Chateaubriand e Toledo foram os municípios com o maior número de respondentes. No Paraná, os meliponários podem ser instalados em ambientes urbanos ou rurais, ou ainda classificados conforme a finalidade: meliponário comercial, meliponário educativo ou científico e meliponário de lazer (Paraná, 2017a).

Figura 12 - A: meliponário rural, modelo condomínio. B: meliponário urbano, modelo condomínio. C: meliponário rural, modelo individual. D: meliponário urbano, modelo individual.



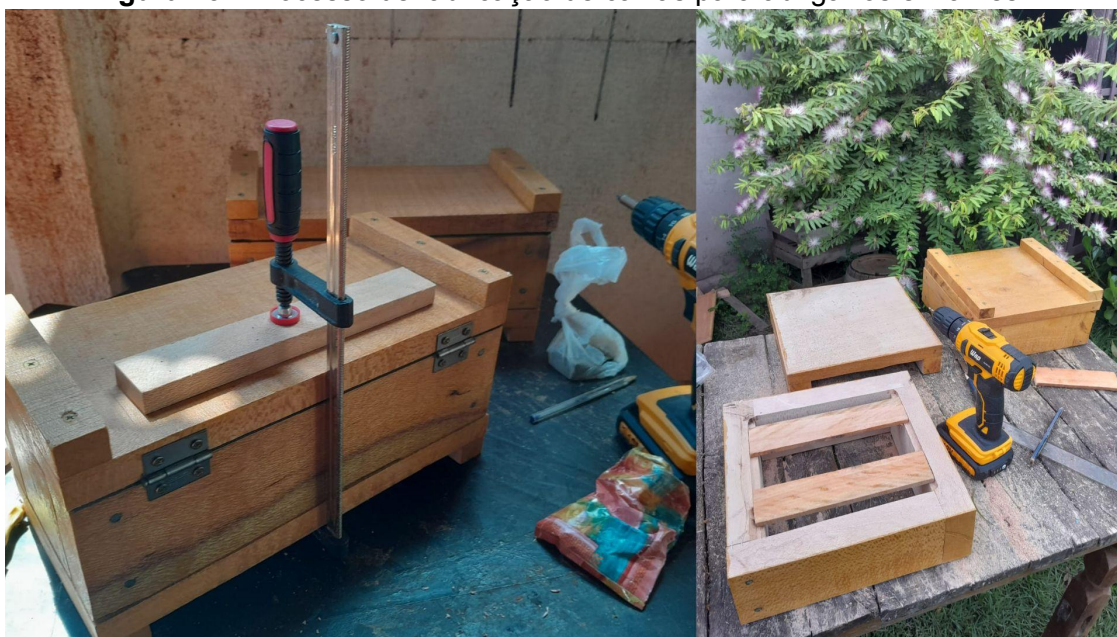
Fonte: Acervo particular de meliponicultores de Medianeira e Assis Chateaubriand - 2024.

Os recortes das fotografias A e B demonstram as estruturas de meliponários coletivos ou condomínios. São estruturas com baixo custo de investimento em material, frequentemente de madeira, concreto e materiais recicláveis, e resistentes o suficiente para abrigar diversas colônias de abelhas. As caixas podem ser

agrupadas uma ao lado da outra, a depender das características comportamentais das espécies.

Existe uma diferença entre ambos quanto à localização, o que influencia na disponibilidade de espaço para investimento em uma diversidade de plantas melitófilas fornecedoras de pólen, néctar e resinas na maior parte do ano. O meliponário A está localizado na área rural, enquanto o B em área urbana, assim como os meliponários C e D, respectivamente. As fotografias C e D representam modelos de meliponários do tipo individual, sua peculiaridade é a estrutura projetada para abrigar colônias separadas, postas sobre cavaletes, cobertura individual, e uma distância de segurança entre elas. Essa opção depende da disponibilidade de amplo espaço na propriedade e do tipo de espécie a ser abrigada. As que têm comportamentos mais agressivos, ou mais territorialistas, são frequentemente alojadas em meliponários individuais para evitar conflitos que possam prejudicar uma ou mais colônias próximas.

Figura 13 - Processo de fabricação de caixas para abrigar os enxames



Fonte: Acervo particular de um meliponicultor em Assis Chateaubriand - 2024.

Em alguns casos, o ambiente dos meliponários se destina à fabricação das caixas adotadas no manejo. É comum meliponicultores com habilidades de marcenaria fabricarem tais recursos, como o exemplo de um meliponicultor no município de Assis Chateaubriand. Além de servir para o manejo de multiplicação de

colônias, as caixas são comercializadas para complemento da renda dentro do sistema de produção da meliponicultura.

Das espécies de abelhas presentes nos meliponários avaliados, a maioria é nativa e ocorre no bioma Mata Atlântica. Dos produtores, 73% afirmam criar espécies exclusivamente encontradas na região Sul ou no Paraná, enquanto 27% criam espécies nativas, além de outras originárias de diferentes regiões ou biomas.

Em áreas rurais e de florestas na região da Tríplice Fronteira, Brasil, Argentina e Paraguai, Zamudio e Alvarez (2022) encontraram meliponários tradicionais, alguns semelhantes aos mostrados nas imagens acima, outros no padrão tradicional dos povos indígenas em meio às matas e próximo às habitações de moradores locais na região. Os produtores mantêm as colônias no interior de troncos de árvores e em cabaças - *Lagenaria siceraria*, e afirmam, ainda, que mantêm as abelhas próximas a suas casas por contemplação, para extrair o mel, e até mesmo para resgatar espécies que foram encontradas em árvores derrubadas durante a “limpeza ou queimada de áreas para serem utilizadas na agricultura” (Zamudio; Alvarez, 2022, p. 40).

Durante a pesquisa, Zamudio e Alvarez (2022) localizaram 22 espécies de abelhas-sem-ferrão comumente encontradas na Mata Atlântica da região da Tríplice Fronteira e publicaram um guia etnotaxonômico. Nele, incluíram as informações dos guias clássicos de identificação taxonômica e os conhecimentos empíricos dos moradores locais ao nomeá-las e classificá-las, fruto da convivência diária com as abelhas nativas da região. Por essa razão, atribuem o termo “etnotaxonômia”, “etno” é um prefixo que significa “povos”. São conhecimentos populares incorporados no método de identificação das espécies, que, juntamente com os nomes científicos, contribuem para a compreensão da diversidade de espécies presentes na região (Zamudio; Alvarez, 2022).

As espécies localizadas e publicadas por Zamudio e Alvarez (2022); Schühli (2024) e do atlas da meliponicultura no Brasil (ABELHA, 2023), como as abelhas nativas presentes na Região Oeste do Paraná, são consideradas neste estudo. A lista dessas publicações foi adotada como referência para a definição das abelhas presentes nos 58 meliponários. Vale lembrar que o objetivo da pesquisa de tese não incluiu a taxonomia das espécies manejadas pelos produtores.

Quadro 5 - Espécies de abelhas nativas sem ferrão da Região Oeste do Paraná

Nome científico	Nome popular
<i>Tetragonisca fiebrigi</i>	Jataí
<i>Trigona spinipes</i>	Arapuá, Carabozá
<i>Tetragona clavipes</i>	Borá
<i>Plebeia spp.</i>	Mirim
<i>Plebeia guazurary</i>	Mirim média
<i>Plebeia emerinoidea</i>	Mirim pequena
<i>Plebia droryana</i>	Mirim Droryana
<i>Plebeia nigriceps</i>	Mirim nigriceps
<i>Leurotrigona muelleri</i>	Lambe-olhos
<i>Schwarziana quadripunctata</i>	Guira, Guiruçu
<i>Lestrimelitta spp.</i>	Iratim
<i>Lestrimelitta chacoana</i>	Abelha limão
<i>Melipona quadrifasciata quadrifasciata</i>	Mandaçaia
<i>Melipona torrida</i>	Manduri
<i>Melipona bicolor schenki</i> <i>Gribodo</i>	Guaraipo
<i>Scaptotrigona depilis</i>	Canudo
<i>Cephalotrigona capitata</i>	Mombucão
<i>Oxytrigona tataira</i>	Caga-fogo
<i>Nannotrigona testaceicornes</i>	Iraí
<i>Partamona helleri</i>	Boca-de-sapo
<i>Geotrigona argentina</i>	Manduri da terra
<i>Melipona quinquefasciata</i>	Urusú-do-chão
<i>Mourella caerulea</i>	Bieira
<i>Frieseomelitta varia</i>	Marmelada

Fonte: Zamudio e Alvarez (2022); ABELHA (2023); Schühli (2024).

A organização social desses produtores em categorias ainda é um ponto a ser desenvolvido na região. Somente 11% dos respondentes possuem vínculo e participação ativa em associações ou instituições de representação da categoria. No ano de 2023, a Região Oeste passou a contar com a Associação de Meliponicultores de Foz do Iguaçu - AMASF, com o objetivo de divulgar e preservar as abelhas nativas sem ferrão.

Em outras regiões do Paraná as organizações de meliponicultores já estão se mobilizando há algum tempo. Uma das primeiras associações de produtores a se

instituir oficialmente, em 2010, foi a Associação de Meliponicultores de Mandirituba - ANAMEL, formada por meliponicultores da região metropolitana de Curitiba - PR. Em 2017, conquistaram a certificação do Serviço de Inspeção Federal, conhecida pela sigla S.I.F, autorizando a comercialização do mel produzido pelas abelhas nativas sem ferrão produzido na região em locais públicos (Paraná, 2017b).

No mesmo contexto, outras associações foram criadas, como a Associação dos Produtores Orgânicos e dos Meliponicultores de São José dos Pinhais - PR APROMEL, no ano 2013, logo declarada uma instituição de utilidade pública municipal por meio da Lei n.º 2.988, de 12 de abril de 2018, publicada no diário oficial daquele município.

Em meio à popularização da atividade no estado, criou-se a Associação de Meliponicultores do Litoral do Paraná (AME), para fortalecer e fomentar a meliponicultura local. Instituída em outubro de 2023, a AME passou a oferecer suporte técnico e a promover feiras para comercialização do mel e derivados, de enxames, de acessórios, de mudas de plantas melíferas e de artesanato. Segundo a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Paraná - SEAB (Paraná, 2024), a meliponicultura é uma boa alternativa para pequenos agricultores do Litoral; a condição da área, 85% da região de preservação, favorece a atividade e pode complementar a renda familiar.

3.4.2 Análise e identificação dos pontos críticos

A prévia dos pontos críticos de um sistema de manejo de recursos naturais, pode ser levantada mediante observação, visitas às propriedades, aplicação de questionários ou entrevistas semiestruturadas aos produtores (Astier *et al.*, 2012). Outra estratégia é promover reuniões com a comunidade local e resgatar os pontos do sistema. Além disso, dados secundários, provenientes de pesquisas similares na região, informações obtidas em associações de agricultores, sindicatos, cooperativas, institutos de pesquisa e órgãos governamentais, também podem ser utilizados. Ao compilar os pontos críticos identificados nos sistemas analisados, é possível selecionar e agrupar aqueles que se destacaram em termos de potencialidades ou limitações (Masera; Astier; López-Ridaura, 2000).

Por meio de um questionário aberto, aplicado em julho de 2023, a um técnico da ADAPAR e ao representante da Câmara Técnica Setorial de Meliponicultura do

estado do Paraná - CTM, os pontos críticos dos sistemas de produção da meliponicultura no estado do Paraná foram identificados. Destaca-se que a câmara técnica, vinculada à Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Estado, tem como objetivos promover a reunião de meliponicultores, técnicos, pesquisadores e interessados na cultura; sensibilizar a sociedade para a necessidade de preservação das abelhas nativas sem ferrão; possibilitar intercâmbio e difusão de tecnologias; e contribuir para estabelecimento de políticas públicas no setor (Paraná, 2023). A CTM é um órgão governamental, representativo da meliponicultura no estado do Paraná.

Como pontos positivos dos sistemas, ambas as instituições enfatizam a satisfação com a atividade e a disponibilidade de vegetação, principalmente na Região Oeste do Paraná, fatores que contribuem com a sustentabilidade da meliponicultura. Lembram ainda da disponibilidade de recursos gerais para o manejo, a disponibilidade de água e o nível de escolaridade dos meliponicultores como fatores positivos.

Ambas as instituições corroboram como pontos negativos, a baixa disponibilidade de assistência técnica especializada aos produtores; pouco reconhecimento de normas e legislações; a falta de informações oficiais sobre a produção e a comercialização dos produtos, e a insuficiência de crédito específico para o fomento da atividade.

Os pontos críticos de um sistema de manejo podem ser fatores ou processos ambientais, técnicos, sociais e econômicos que, individualmente ou em combinação, determinam a permanência do sistema. Dependendo do grau de estabilidade do sistema, esses pontos podem aumentar ou diminuir os atributos de produtividade, da estabilidade, da resiliência, da confiabilidade, da equidade, da adaptabilidade e da autogestão do sistema (Masera; Astier; López-Ridaura, 2000).

Astier *et al.* (2012) definem sete atributos de sustentabilidade:

Produtividade: É a capacidade do agroecossistema de fornecer o nível requerido de bens e serviços. Representa o valor do atributo (rendimentos, lucros, etc.) em um período de tempo determinado. Por exemplo, pode ser medida como o valor do atributo desejado no ano de estudo ou como uma média em certo intervalo de tempo.

Estabilidade: Este termo refere-se à propriedade do sistema de manter um estado de equilíbrio dinâmico estável. Em outras palavras, implica que seja possível manter os benefícios proporcionados pelo sistema em um nível não decrescente ao longo do tempo, sob condições médias ou normais. Normalmente, associa-se à noção de constância da produção (ou benefícios),

embora, estritamente falando, uma produção constante ao longo do tempo seja apenas um caso particular de um sistema em estado de equilíbrio dinâmico. **Resiliência:** É a capacidade do sistema de retornar ao estado de equilíbrio ou manter o potencial produtivo após sofrer perturbações graves. Por exemplo, após um evento catastrófico como um furacão, um incêndio ou a queda drástica do preço de um dos produtos fundamentais do agroecossistema. **Confiabilidade:** Refere-se à capacidade do sistema de manter sua produtividade ou benefícios desejados em níveis próximos ao equilíbrio, diante de perturbações normais do ambiente. **Adaptabilidade (ou flexibilidade):** É a capacidade do sistema de encontrar novos níveis de equilíbrio, ou seja, de continuar sendo produtivo ou, de modo mais geral, proporcionando benefícios, diante de mudanças de longo prazo no ambiente (por exemplo, novas condições econômicas ou biofísicas). A adaptabilidade inclui também a capacidade de busca ativa de novos níveis ou estratégias de produção (isto é, a capacidade de geração de novas opções tecnológicas ou institucionais para melhorar a situação existente). Em outras palavras, o conceito de adaptabilidade inclui desde aspectos relacionados com a diversificação de atividades ou opções tecnológicas até processos de organização social, de formação de recursos humanos e de aprendizado. **Equidade:** É a capacidade do sistema de distribuir de maneira justa, tanto intra quanto intergeracionalmente, os benefícios e custos relacionados ao manejo dos recursos naturais. **Autossuficiência:** É a capacidade do sistema de regular e controlar suas interações com o exterior. Incluem-se aqui os processos de organização e os mecanismos do sistema socioambiental para definir endogenamente seus próprios objetivos, suas prioridades, sua identidade e seus valores (Astier et al., 2012, p. 20, tradução nossa).

Segundo Hein (2019), para um agroecossistema ser considerado sustentável, os atributos devem alcançar altos níveis de produtividade por meio do uso adequado dos recursos naturais e econômicos; garantir uma produção confiável, estável e capaz de resistir a perturbações ao longo do tempo; proporcionar flexibilidade e adaptabilidade para se ajustar às novas condições do ambiente econômico e biofísico; distribuir de forma equitativa os custos e benefícios do sistema entre diferentes grupos e gerações envolvidas, e possuir um nível aceitável de autogestão para responder e controlar as mudanças externas, preservando sua identidade e valores. Altos níveis desses atributos podem conciliar a produção e a conservação dos recursos naturais e a resiliência diante dos desafios futuros dos sistemas de manejo.

3.4.3 Seleção dos critérios de diagnóstico e indicadores

Os critérios de diagnóstico estabelecem a ligação necessária entre atributos, pontos críticos e indicadores. A função dos critérios de diagnóstico é descrever os atributos gerais de sustentabilidade, sendo mais detalhados do que os indicadores, que por sua vez são utilizados para uma avaliação efetiva e coerente da sustentabilidade do sistema (Masera; Astier; López-Ridaura, 2000).

Antes mesmo da definição dos indicadores, devem estar claros os atributos gerais da sustentabilidade e os pontos críticos do sistema. Em seguida, os critérios de diagnóstico serão definidos, juntamente com a lista dos indicadores correspondentes para cada critério selecionado. Com esses procedimentos bem estabelecidos, assegura-se “a ligação entre indicadores, critérios de diagnóstico, pontos críticos e atributos de sustentabilidade” (Astier *et al.*, 2012, p. 46).

Os pontos críticos levantados junto aos representantes da ADAPAR e da CTM, somados aos adotados por Hein (2019) e Freitag (2020) nos estudos sobre a agricultura familiar na Região Oeste do estado, serviram de base para a determinação dos indicadores necessários à avaliação do nível de sustentabilidade da meliponicultura.

Quadro 6 - Critérios de diagnósticos e os indicadores adotados

Atributo	Critério de diagnóstico	Indicadores	*Dimensão
Produtividade	Eficiência	Grau de rentabilidade	E
		Fluxo financeiro	E
		Nível de suficiência da mão de obra familiar	E
Estabilidade, resiliência e confiabilidade	Diversidade	Espécies manejadas e presentes	A
		Disponibilidade de vegetação	A
	Conservação de recursos	Disponibilidade da água	A
		Qualidade da água	A
		Fonte da água	A
		Disponibilidade de vegetação	A
	Fragilidade do sistema	Manejo de pragas e doenças	A
		Uso de agrotóxicos	A
		Fluxo financeiro	E
		Endividamento	E
		Permanência na atividade	S
		Sucessão na atividade	S
	Incentivo à manutenção do	Assistência técnica	S
		Acesso ao crédito	E

	sistema		
	Qualidade de vida	Satisfação com a atividade	S
Adaptabilidade	Fortalecimento do processo de aprendizagem	Nível de escolaridade	S
		Qualificação profissional	S
	Capacidade de mudança e inovação	Inovação e adaptação tecnológicas	S
Equidade	Distribuição dos benefícios e custos	Nível de suficiência da mão de obra familiar	E
		Sucessão na atividade	S
Autossuficiência	Participação	Associativismo	E
		Registro das atividades	E
		Acesso a mercados	E
	Autossuficiência	Autossuficiência financeira	E
	Controle	Reconhecimento de normas e legislações	S
		Autonomia gerencial	S
	Organização	Organização do sistema de manejo	S

Fonte: Astier *et al.* (2012); Hein (2019) e Freitag (2020). Elaboração própria.

* A: ambiental; E: Econômica e S: Social.

Cada indicador escolhido, integra-se aos seus respectivos atributos e dimensões da sustentabilidade. Vinte e sete indicadores foram utilizados, com características correspondentes às três categorias (Quadro 7).

Quadro 7 - Indicadores selecionados por dimensões

Indicadores sociais	Indicadores econômicos	Indicadores ambientais
1 Nível de escolaridade	11 Acesso ao crédito	21 Espécies manejadas e presentes
2 Qualificação profissional	12 Grau de rentabilidade	22 Disponibilidade de vegetação
3 Organização do sistema de manejo	13 Fluxo financeiro	23 Manejo de pragas e doenças
4 Autonomia gerencial	14 Orçamento familiar	24 Uso de agrotóxicos
5 Inovação e adaptação tecnológicas	15 Endividamento	25 Origem da água
6 Satisfação com a atividade	16 Autossuficiência financeira	26 Disponibilidade da água
7 Permanência na atividade	17 Nível de suficiência da mão de obra familiar	27 Qualidade da água
8 Sucessão na atividade	18 Associativismo	
9 Assistência técnica	19 Acesso a mercados	
10 Reconhecimento de normas e legislações	20 Registro das atividades	

Fonte: Freitag (2020); Hein (2019). Elaboração própria.

A descrição desses indicadores e os critérios de diagnóstico fundamentam-se nos estudos de Barbiéri (2018); Hein (2019) e Freitag (2020). Para Freudenberg (2003), os indicadores devem ser acompanhados de explicações sobre componentes, construção, fragilidades e interpretação. Adiante são explicados alguns elementos e critérios de cada um dos 27 indicadores, acompanhados dos quadros das variáveis e das escalas de sustentabilidade correspondentes.

3.4.4 Descrição dos critérios de diagnóstico para os indicadores sociais

1- Nível de escolaridade

O IBGE (2015) destaca a obtenção de conhecimentos fundamentais e o desenvolvimento de habilidades cognitivas como indispensáveis para capacitar as pessoas, a fim de que processem informações, discernem sobre o que é relevante e continuem aprendendo ao longo da vida. O Art. 1º da Lei 9.394, de 20 de dezembro de 1996, estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB, inclui os processos de formação “na vida familiar, na convivência humana, no trabalho, nas instituições de ensino e pesquisa, nos movimentos sociais e organizações da sociedade civil e nas manifestações culturais” (Brasil, 1996).

A educação estimula a participação mais ativa na vida política, promove o desenvolvimento da consciência crítica, possibilita a geração de novas ideias e proporciona a capacidade de aprendizado contínuo. Instiga cidadãos a compreenderem seus direitos e deveres perante a sociedade, tornando-os agentes ativos na organização e na dinâmica do espaço onde vivem. Ingressar em um mercado de trabalho competitivo, com uso de tecnologias, demandante de habilidades intelectuais e uma progressiva qualificação profissional, exige dos cidadãos níveis elevados de escolaridade e acesso a um ensino de qualidade. O conhecimento, a informação e a compreensão dos valores auxiliam no exercício da cidadania e no desenvolvimento sustentável (IBGE, 2015).

Considerando o potencial de transformação da educação, criou-se o indicador “nível de escolaridade”, que objetiva avaliar o grau de formação escolar do meliponicultor ou membro do grupo familiar atuante na meliponicultura.

Quadro 8 - Variáveis adotadas para avaliação do nível de escolaridade

Variáveis	Escalas
Analfabeto e pré-escolar	1
Ensino fundamental completo	2
Ensino médio completo	3
Ensino superior	4
Pós-graduação	5

Fonte: elaboração própria (2023).

Quanto maiores os níveis de escolaridade do produtor, maiores as escalas de sustentabilidade dos que passaram por uma formação educacional mais consolidada.

2- Qualificação profissional

O indicador “qualificação profissional”, avalia se os produtores participam de alguma formação profissional, tais como treinamentos, cursos ou aperfeiçoamentos, seja por instituições privadas ou públicas.

Segundo Hein (2019), produtores rurais quase não se capacitam, mas são considerados autodidatas por possuírem conhecimento empírico sobre as atividades que desenvolvem. Nesses casos, a falta de capacitações não compromete a sustentabilidade, mas podem ser indispensáveis para o desenvolvimento da meliponicultura e para potencializar os conhecimentos que contribuem com a sustentabilidade e com a melhoria nos processos de produção (Freitag, 2020).

Quadro 9 - Variáveis adotadas para a avaliação da qualificação profissional

Variáveis	Escalas
Não vejo necessidade de capacitação	1
Não faz e não tem conhecimento e experiência	2
Não faz, mas tem conhecimento/experiência	3
Faz capacitações ou treinamentos ocasionais	4
Faz capacitações ou treinamentos periodicamente	5

Fonte: elaboração própria (2023).

3- Organização do sistema de manejo

A organização do sistema de manejo das abelhas-sem-ferrão é a base para a manutenção da atividade (Nogueira Neto, 1997). Isso implica a presença de um ambiente adequado, com um meliponário instalado, que ofereça condições ideais para as abelhas, e com disponibilidade de recursos necessários, como pasto apícola, água e abrigo adequado, para garantir a proteção contra predadores, doenças e efeitos ambientais adversos.

Quadro 10 - Variáveis adotadas para a avaliação da organização do sistema de manejo

Variáveis	Escalas
Ainda não possui uma estrutura padrão para o manejo das atividades	1
Estou organizando uma estrutura para realizar o manejo das abelhas	2
Já tenho uma organização para o manejo, mas necessita de melhorias	3
Tenho uma estrutura padrão, mas sem disponibilidade de pasto apícola e água para as abelhas	4
Tenho uma estrutura padrão com muita disponibilidade de pasto apícola e água para as abelhas	5

Fonte: elaboração própria (2023).

A organização e a manutenção de um sistema de manejo na meliponicultura depende de um ambiente estruturado e instalado conforme os padrões recomendados (Giordani, 2021). O ideal é o produtor possuir uma estrutura de meliponário para garantir a facilidade de acesso e os cuidados às colônias de abelhas. Quando se têm as devidas instalações, com abundância de vegetação que propicie alimento e acesso à água de qualidade, é possível garantir a manutenção saudável dos enxames.

4- Autonomia gerencial

Refere-se à capacidade de tomar decisões independentes sobre as atividades a serem exploradas na criação de abelhas-sem-ferrão. Essa autonomia na solução dos problemas envolve a escolha de quais espécies de abelhas criar, de métodos de manejo adequados para cada espécie, de manejos mais adequados para a produção de mel, entre outras decisões relacionadas à meliponicultura.

Segundo Hein (2019), a autonomia está ligada diretamente à tomada de decisões na propriedade. Há casos em que os produtores sofrem pressões externas para forçá-lo a tomar determinadas decisões, como, por exemplo, quando empresas integradoras impõem condições tecnológicas ou de estrutura para continuarem a parceria, persuadindo o produtor a fazer investimentos que não tinha intenção ou condições financeiras para fazê-los.

Quadro 11 - Variáveis adotadas para a avaliação da autonomia gerencial

Variáveis	Escalas
Sem poder de decisão. Segue determinações de empresas e cooperativas integradoras	1
Resolve as demandas, mas precisa do apoio técnico ou operacional	2
Quase sempre que surgem demandas, toma as decisões por conta, mas algumas prejudicam o manejo	3
Decide grande parte das demandas, mas tem algumas limitações	4
Tem total poder de decisão	5

Fonte: elaboração própria (2023).

O objetivo desse indicador é avaliar a condição do produtor em poder decidir o que, como produzir e quais atividades realizar em sua propriedade.

5- Inovação e adaptação tecnológica

Com a rápida evolução tecnológica, novas práticas e técnicas surgem constantemente, proporcionando melhorias nos sistemas de manejo e eficiência na produção. Um exemplo é a disposição de vários instrumentos no mercado e a diversidade de caixas adaptadas a cada tipo de espécie. A adoção de tecnologias pode otimizar a produção de mel, minimizar impactos ambientais e garantir o bem-estar das colônias. Barbiéri (2018) aponta que a inovação na meliponicultura são as técnicas e os padrões de manejo desenvolvidos tradicionalmente por produtores devido às constantes mudanças na atividade. Embora inovações sejam produzidas de forma empírica e divulgadas em redes sociais, o autor chama atenção sobre o potencial dos conhecimentos a serem pesquisados, principalmente no meio acadêmico.

Quadro 12 - Variáveis adotadas para a avaliação da inovação e da adaptação tecnológica

Variáveis	Escalas
Não acompanha	1
Acompanha, mas com dificuldade	2
Acompanha dentro do possível	3
Acompanha sempre	4
Além de acompanhar, sempre busca novas tecnologias	5

Fonte: elaboração própria (2023).

O quadro indica o grau de inovação e adaptação tecnológica dos produtores em relação ao uso de tecnologias e práticas atualizadas. Quanto maior a escala atribuída pelo produtor, maior é a sua capacidade de acompanhar as mudanças tecnológicas e se adaptar às novas práticas. Por outro lado, valores mais baixos dentro da escala demonstram a necessidade de investir em capacitação e adoção de tecnologias para promover a sustentabilidade e competitividade na meliponicultura.

6- Satisfação com a atividade da meliponicultura

A satisfação com a atividade da meliponicultura no meio rural ou urbano foi avaliada por meio de uma avaliação participativa. Segundo Hein (2019), a satisfação no meio rural é uma variável que permite ao produtor realizar sua autoavaliação, e verificar qual nível de satisfação está relacionado às condições gerais do sistema e à qualidade de vida, renda e saúde, considerando a percepção geral do produtor em relação à sua prática.

Quadro 13 - Variáveis adotadas para a avaliação da satisfação com a atividade da meliponicultura

Variáveis	Escalas
Totalmente insatisfeito	1
Insatisfeito	2
Indiferente	3
Satisfeito	4
Totalmente satisfeito	5

Fonte: Hein (2019).

Ao se considerar a satisfação dos produtores, busca-se entender como a atividade impacta as suas vidas em diversos aspectos, como qualidade de vida,

bem-estar emocional, nível de felicidade e realização pessoal sobre os resultados e benefícios da meliponicultura.

7- Permanência na atividade

Aqui, avalia-se a expectativa do meliponicultor em continuar suas atividades na área. As decisões podem estar atreladas à rentabilidade do negócio, à satisfação pessoal, ao apoio das políticas públicas, entre outros. Ambos os indicadores, satisfação com a atividade e permanência, não devem ser avaliadas isoladamente, pois dependem de um conjunto de fatores que influenciam as perspectivas do produtor.

Quadro 14 - Variáveis adotadas para a avaliação da perspectiva de permanência na meliponicultura

Variáveis	Escalas
Iniciou processo de saída da atividade	1
Com outra atividade disponível, aguardando oportunidade para saída	2
Está buscando outra atividade	3
Caso houvesse outra oportunidade sairia da atividade	4
Não pensa em deixar a atividade	5

Fonte: Hein (2019).

Analisados em conjunto, rentabilidade do negócio e perspectiva de permanência, podem indicar as decisões e as expectativas dos produtores em relação à meliponicultura, além de sinalizarem aquele(s) com maior propensão a deixarem a atividade ou os que estão mais comprometidos em continuar na prática.

8- Sucessão na atividade

A sucessão na atividade da meliponicultura está muito relacionada ao indicador 7, permanência na atividade. Por isso busca na autoavaliação do produtor, apontar a expectativa dos herdeiros em permanecer na atividade e na propriedade.

Quadro 15 - Variáveis adotadas para a avaliação da sucessão na atividade

Variáveis	Escalas
Não possui herdeiros ou sucessores	1
Herdeiros sem interesse em continuar com a atividade	2
Continuidade das atividades pelos herdeiros ainda não discutida	3
Possivelmente haverá algum herdeiro para assumir as atividades	4
Já há herdeiro engajado nas atividades	5

Fonte: Hein (2019).

Com o quadro proposto, levantam-se situações em que não há herdeiros ou sucessores interessados em dar continuidade à atividade, bem como aquelas em que já há um herdeiro engajado nas atividades. Os indicadores podem informar a manutenção e o futuro da meliponicultura nas propriedades.

9- Assistência técnica

A assistência técnica contribui para o desenvolvimento de qualquer sistema de manejo. Cada forma de assistência apresenta suas particularidades, vantagens e desafios. Busca-se identificar se há o suporte ao agricultor nas suas atividades e, principalmente, a origem, que pode ser de cooperativas, empresas privadas, instituições públicas ou sem fins lucrativos (Hein, 2019). Existem vantagens e desvantagens quando comparadas as assistências técnicas de empresas privadas às empresas integradoras/cooperativas e/ou às de instituições públicas. No entanto, poucos são os dados para afirmar que a assistência prestada por uma cooperativa integradora possa ter menos eficiência do que as disponibilizadas por uma instituição pública, devido ao foco de cada uma.

Quadro 16 - Variáveis adotadas para a avaliação da assistência técnica

Variáveis	Escalas
Nunca recebe assistência técnica	1
Recebe assistência de vídeos na internet	2
Recebeu assistência técnica profissional somente no início da atividade	3
Assistência Técnica recorrente por instituições públicas ou sem fins lucrativos	4
Assistência Técnica sempre que necessário, por cooperativas ou empresas privadas	5

Fonte: elaboração própria (2023).

A meliponicultura é veiculada e difundida nas redes sociais, o que faz com que os produtores contem com informações que podem contribuir ou prejudicar o manejo, especialmente, devido à escassez de profissionais e de técnicos que utilizam esse meio para orientar os produtores (Barbiéri, 2018).

Para que a atividade seja bem assistida, profissionais e instituições públicas ou privadas devem se comprometer com a qualificação e a orientação dos produtores. Para Freitag (2020), a disponibilidade de assistência técnica adequada pode ser determinante para a sobrevivência do sistema de manejo.

10- Uso de normas e legislação da meliponicultura

Os meliponicultores devem estar cientes e adotar as normas e as legislações vigentes. Recentemente, foi instituída a Lei n.º 14.639, datada de 23 de julho de 2023, que estabelece a Política Nacional de incentivo à produção melífera e ao desenvolvimento de produtos e serviços apícolas e meliponícolas de qualidade (Brasil, 2023). Essa lei, a Resolução CONAMA n.º 496, de 19 de agosto de 2020, e a Portaria IAP n.º 006, de 17 de janeiro de 2019, compõem o arcabouço legal para a conservação das abelhas-sem-ferrão e o estímulo à prática sustentável da meliponicultura (Paraná, 2023).

A não observância das normas e das legislações que levem a práticas inadequadas de manejo, pode acarretar penalidades e sanções, dispostas nos Art. 12 e 13 da Resolução n.º 496 do CONAMA.

Quadro 17 - Variáveis adotadas para a avaliação do conhecimento e do uso das normas da meliponicultura

Variáveis	Escalas
Não conheço as normas e leis que regulamentam a meliponicultura	1
Conheço as normas e leis, mas não acredito que elas ajudem	3
Conheço e aplico todas as normas e leis necessárias para a manutenção da atividade	5

Fonte: elaboração própria (2023).

As três variáveis podem representar o nível de conhecimento e adesão do meliponicultor às normas e às legislações que regulamentam a atividade. A primeira

opção demonstra que o meliponicultor possui pouco ou nenhum conhecimento sobre as regulamentações, o que pode levar a práticas inadequadas. Na segunda opção, o meliponicultor tem conhecimento das normas, mas questiona sua aplicabilidade. Por fim, a terceira opção, indica conhecimento e aplicação de todas as normas necessárias para a manutenção da atividade.

3.4.5 Descrição dos critérios de diagnóstico para os indicadores econômicos

11- Acesso ao crédito

O acesso ao crédito viabiliza a manutenção e o investimento nos setores da agricultura e pecuária, em especial, para o custeio e o investimento em máquinas e equipamentos (Freitag, 2020). O PRONAF é uma das principais linhas disponíveis para a agricultura familiar; é uma das maneiras para que os pequenos agricultores possam subsidiar suas produções, desde que possuam a DAP – Declaração de Aptidão ao PRONAF, garantindo o acesso a créditos com juros baixos, subsidiados pelo governo (Hein, 2019).

Quadro 18 - Variáveis adotadas para a avaliação do acesso ao crédito

Variáveis	Escalas
Tem dificuldades ou não tem acesso	1
Tem acesso, utiliza, e não consegue pagar	2
Tem acesso, utiliza, e tem dificuldades para pagar	3
Tem acesso, utiliza, e paga em dia	4
Tem acesso, mas não utiliza	5

Fonte: Freitag (2020).

Apesar dos créditos provenientes do PRONAF, e outros de juros baixos como os previstos pelo poder público e regulamentado pela Lei n.º 14.639, estarem disponíveis e serem uma opção razoável para o fomento do sistema de produção, atribui-se peso máximo à opção de ter acesso ao crédito e não o utilizar, priorizando sempre o autofinanciamento das atividades e a capacidade de pagamento em dia das dívidas (Freitag, 2020). Considera-se mais sustentável a autossuficiência financeira e o gerenciamento responsável das dívidas para evitar riscos de inadimplência e prejuízos financeiros na propriedade.

12- Grau de rentabilidade

Talvez uma das questões vitais para a sustentabilidade dos sistemas de manejo de recursos naturais está associada ao volume de recursos financeiros gerado pelas atividades produtivas, o que não deve ser confundido com a produtividade, que por sua vez é a relação entre os insumos utilizados e a capacidade técnica disponível (Hein, 2019).

Quadro 19 - Variáveis para a avaliação do grau de rentabilidade na meliponicultura

Variáveis	Escalas
Piorou, pois a meliponicultura nunca me deu retorno financeiro	1
Piorou um pouco, às vezes tenho algum retorno financeiro	2
Continua do mesmo jeito	3
Melhorou um pouco, pois não perco nem ganho dinheiro	4
Melhorou consideravelmente, pois consigo ter uma boa rentabilidade	5

Fonte: Hein (2019).

A avaliação participativa do produtor é o principal meio de obtenção das informações, dispensando os dados de todas as suas fontes de renda, uma vez que, comumente os produtores não separam as despesas pessoais das despesas e custos das atividades profissionais, o que pode levar ao desconhecimento da real rentabilidade proporcionada pela meliponicultura. Além disso, questões diretas e objetivas sobre o aspecto financeiro do produtor podem constrangê-lo, causando desconforto em compartilhar com terceiros informações sobre as suas finanças pessoais (Hein, 2019).

Para avaliar o presente indicador, pergunta-se ao produtor qual o grau de rentabilidade que a meliponicultura proporciona, podendo obter respostas subjetivas e não contábeis, conforme listadas (Quadro 19).

13- Fluxo financeiro

A instabilidade financeira em um sistema de manejo de recursos naturais pode ser causada não apenas por fatores ligados à rentabilidade, mas também pelo fluxo financeiro. A falta de um fluxo de receitas constante e adequado para cobrir os

custos operacionais pode levar a oscilações financeiras, impactando na continuidade da atividade. Produtores com alta capacidade de capitalização, e disponibilidade de recursos financeiros, podem gerir melhor suas finanças mesmo em períodos mais longos sem entrada de recursos. A preocupação é quando surgem prolongados períodos sem receitas, provocando endividamento, mesmo para aqueles que inicialmente estiveram/estão bem capitalizados (Hein, 2019).

Quadro 20 - Variáveis para a avaliação do fluxo financeiro vindo da meliponicultura

Variáveis	Escala
Não recebe dinheiro proveniente da meliponicultura	1
Recebe dinheiro com pouca frequência	2
Recebe dinheiro apenas em cada semestre	3
Recebe dinheiro a cada 2 ou 3 meses	4
Recebe dinheiro mensalmente ou com maior frequência	5

Fonte: Hein (2019).

Há vários cenários, desde a falta de receitas provenientes da meliponicultura até a recepção mensal ou em períodos menores de três meses. Essa análise identifica a regularidade das entradas de recursos: quem recebe recursos com frequência, remete a uma maior estabilidade financeira.

14 - Orçamento familiar

O presente indicador avalia o grau de dependência da meliponicultura na composição da renda das famílias envolvidas. A diversificação das fontes de receita é considerada um fator de resiliência, pois aumenta a capacidade das famílias para lidarem com as oscilações econômicas ao longo do tempo (Hein, 2019).

Para entender essa característica nos sistemas analisados, os produtores foram questionados sobre qual percentual da renda total familiar é oriundo da meliponicultura. Conforme os critérios deste estudo, quanto menor for essa dependência, maior será a escala de sustentabilidade atribuída ao sistema produtivo. Isso porque, famílias que possuem outras fontes de renda estão mais protegidas diante de imprevistos, como as quedas na produção ou no mercado de produtos da meliponicultura.

Por outro lado, uma alta dependência da meliponicultura para o sustento familiar pode tornar o sistema mais vulnerável, reduzindo sua sustentabilidade

econômica. Assim, entende-se que a sustentabilidade do orçamento familiar está relacionada à capacidade dos produtores em diversificar suas atividades produtivas, o que contribui para a maior estabilidade financeira e a segurança social ao longo do tempo.

Quadro 21 - Variáveis para a avaliação da distribuição do orçamento familiar

Variáveis	Escalas
Entre 100 e 75% do orçamento familiar	1
Entre 75 e 50% do orçamento familiar	2
Entre 50 e 25% do orçamento familiar	3
Entre 25 e 10% do orçamento familiar	4
Até 10% do orçamento familiar	5

Fonte: Hein (2019).

15- Endividamento

O objetivo é medir o grau de comprometimento financeiro dos produtores com dívidas. A avaliação é realizada com base em indicadores que representam a proporção dos recursos obtidos das atividades, e destinados ao pagamento de parcelas de dívidas para a produção e para as despesas pessoais, como financiamento de carros, imóveis, etc.

Quadro 22 - Variáveis adotadas para a avaliação do nível de endividamento

Variáveis	Escalas
Acima de 30% das (Receitas) – (Custos Diretos)	1
Entre 20 e 30% das (Receitas) – (Custos Diretos)	2
Entre 10 e 20% das (Receitas) – (Custos Diretos)	3
Até 10% das (Receitas) – (Custos Diretos)	4
Não tem dívidas relacionadas à produção	5

Fonte: Hein (2019).

Perguntou-se aos produtores em que medida os recursos provenientes das atividades estão comprometidos com parcelas de dívidas, incluindo dívidas relacionadas à produção e despesas pessoais. O ideal é que não haja dívidas, valores superiores a 30% das receitas destinadas ao pagamento de dívidas podem dificultar a situação econômica do produtor e da propriedade.

16- Autossuficiência financeira

Avalia-se a necessidade de injetar recursos de outras atividades, emprego ou aposentadoria, para a manutenção da meliponicultura.

Quadro 23 - Variáveis para a avaliação da autossuficiência financeira na atividade

Variáveis	Escalas
Sim, extremamente necessário	1
Sim, contribui para o fluxo financeiro	2
Não há entrada de recursos externos às atividades da meliponicultura	3
Não é necessário, mas são utilizados recursos para investimentos	4
Não é necessário, os retornos com a meliponicultura já mantém a atividade	5

Fonte: Hein (2019).

Hein (2019) adverte que parte dos agricultores do campo necessita de recursos financeiros externos, como, por exemplo, aposentadorias e pensões, mas que essa não é necessariamente uma situação ruim. No curto prazo, esses recursos externos podem contribuir para os investimentos nas atividades, para os avanços tecnológicos e para a melhoria na qualidade de vida. O problema surge quando a dependência é excessiva e indispensável para a manutenção da atividade, podendo indicar que o negócio não está gerando recursos suficientes por si só, e comprometendo a saúde financeira.

17- Mão de obra familiar

Avalia-se se a mão de obra familiar é suficiente para dar conta das atividades implementadas, considerando que a maioria do público investigado é produtor e empreendedor familiar. A escala adotada indica a suficiência da força de trabalho familiar, considerando diferentes cenários:

Quadro 24 - Variáveis para a avaliação da suficiência da mão de obra familiar

Variáveis	Escalas
Insuficiente - Com necessidade de reduzir atividades	1
Estável - Com perspectiva de diminuição no médio prazo (5 anos)	2
Estável - Com contratações temporárias de terceiros	3
Estável - Está sendo possível manter as atividades	4
Suficiente, com possibilidade de ampliar atividades	5

Fonte: Hein (2019).

É válido ressaltar que esse indicador não deve ser analisado de forma isolada; há casos em que propriedades com altos investimentos em instalações e famílias com poucos integrantes necessitam da contratação de funcionários permanentes, resultando em benefícios para o empregador. No entanto, em propriedades menores, com menor escala de produção, a contratação de funcionários permanentes pode contribuir para elevados custos financeiros com salários, horas extras, décimo terceiro, férias, encargos sociais, entre outros, podendo comprometer a sustentabilidade financeira a longo prazo (Hein, 2019).

18- Associativismo

No presente indicador, avalia-se a participação do produtor em associações, cooperativas ou sindicatos de classe. Considera-se que a participação ativa pode motivar a competitividade dos pequenos produtores, fortalecer a economia solidária e viabilizar a comercialização dos produtos provenientes da meliponicultura (Hein, 2019).

Quadro 25 - Variáveis adotadas para a avaliação do nível de associativismo

Variáveis	Escalas
Sem vinculação com associações, sindicatos ou cooperativas	1
Participa passivamente de associação, sindicato ou cooperativa, mas considera não estar sendo beneficiado por fazer parte da entidade coletiva	2
Participa passivamente de associação, sindicato ou cooperativa, e considera estar sendo beneficiado por fazer parte da entidade coletiva	3
Participa ativamente de associação, sindicato ou cooperativa, mas considera não estar sendo beneficiado por fazer parte da entidade coletiva	4
Participa ativamente de associação, sindicato ou cooperativa, e considera estar sendo beneficiado por fazer parte da entidade coletiva	5

Fonte: Hein (2019) e Freitag (2020).

Segundo Freitag (2020), as cooperativas e as associações desempenham uma notável representação na agricultura, unindo produtores em torno de objetivos comuns, possibilitando a racionalização dos preços e custos de produção, além de facilitar o acesso às tecnologias. Quanto aos sindicatos, o autor ressalta o papel de defender os interesses do quadro de associados em assuntos econômicos, sociais, profissionais e políticos, buscando melhorias para a atividade rural.

19- Acesso aos mercados

Analizada juntamente com o indicador 18: a participação em associações ou cooperativas pode ser o caminho mais viável para os produtores acessarem aos mercados e comercializarem os produtos em escala local, regional e até global. Os produtores foram questionados quanto à disponibilidade de acesso aos mercados e aos canais de comercialização dos produtos da meliponicultura (Quadro 26).

Quadro 26 - Variáveis adotadas para a avaliação do nível de acesso a mercados

Variáveis	Escalas
Tem grande dificuldade para comercializar sua produção. Está distante e desconectado dos mercados	1
Comercializa a produção apenas com atravessadores	2
Comercializa a produção apenas com empresas (integradoras ou não) ou cooperativas	3
Possui mais de um canal de comercialização para sua produção	4
Possui acesso a vários canais de comercialização para sua produção, e participa de redes de integração e fomento a comercialização	5

Fonte: Hein (2019) e Freitag (2020).

Os meliponicultores têm o hábito de comercializar seus produtos dentro de seu círculo social, o que pode resultar, conforme observado por Barbiéri (2018), em uma distância dos grandes mercados. E, conseqüentemente, dificultar a expansão da produção dentro da cadeia produtiva da meliponicultura.

20 - Registro das atividades em órgãos de fiscalização

Conforme a Portaria do IAT, n.º 006, de 17 de janeiro de 2019, o cadastro das espécies é de responsabilidade do produtor, e deve ser realizado em uma unidade da Agência de Defesa Agropecuária do Paraná - ADAPAR. O cadastro, de caráter

declaratório, é indispensável a todas as atividades de criação ou de manutenção de meliponíneos que necessitam de Guia de Transporte Animal - GTA (Paraná, 2019).

Quadro 27 - Variáveis adotadas para a avaliação à adesão aos órgãos de fiscalização

Variáveis	Escalas
Não tem o registro e não vê necessidade da ADAPAR e do IAT	1
Não tem o registro, mas sabe da necessidade de se cadastrar	2
Em processo de cadastro das atividades na ADAPAR	3
Tem cadastro, mas não está atualizado	4
Tem cadastro e está atualizado conforme determina a regulamentação do Instituto Água e Terra - IAT	5

Fonte: Paraná (2019). Elaboração própria.

Esse indicador avalia o nível de adesão do produtor dentro da ADAPAR. O cadastro, feito e atualizado, é necessário para o acesso à informação sobre a criação e a manutenção dos meliponíneos na região. Os esclarecimentos fornecidos pelos produtores podem gerar bancos de dados sobre a atividade, além de determinar e controlar a quantidade de espécies existentes, o número de propriedades envolvidas na atividade, a quantidade de produtores participantes e outras informações pertinentes para o controle e o monitoramento.

A portaria destaca ainda que uma das atribuições da ADAPAR é prevenir a entrada de espécies exóticas no bioma local, preservar a biodiversidade e evitar possíveis impactos negativos às abelhas nativas e ao ecossistema na totalidade.

3.4.6 Descrição dos critérios de diagnóstico para os indicadores ambientais

21- Espécies manejadas

O crescimento da meliponicultura no estado do Paraná pressupõe a regulamentação de toda a cadeia produtiva e depende diretamente do envolvimento dos produtores no cadastramento das espécies criadas, a fim de identificar e atualizar o banco de espécies nativas e exóticas (PARANÁ, 2023).

Com a presente variável, espera-se identificar a origem das espécies. Segundo o Art. 4 da Portaria n.º 06 do IAP, é vedada a criação, exceto para fins científicos, de espécies que sejam caracterizadas como invasoras ou exóticas. Ou

seja, no caso do estado do Paraná, espécies que não pertencem ao bioma Mata Atlântica.

Quadro 28 - Variáveis adotados para a avaliação da origem das espécies criadas

Indicador	Índice
Cria somente abelhas nativas de outras regiões do país, fora da região Sul	1
Cria nativas do Sul e espécies de outras regiões	3
Cria somente espécies nativas da região Sul e do Paraná	5

Fonte: elaboração própria (2023).

O meliponicultor deve dar preferência às que são nativas ou que eram nativas na região onde está o meliponário, bem como as espécies procedentes de áreas vizinhas ou de ecologia compatível (Nogueira Neto, 1997). Segundo Santos e Blochtein (2018), a introdução de espécies de abelhas-sem-ferrão oriundas de fora de sua área de ocorrência natural, pode causar problemas de competição, transmissão de doenças, exocruzamento e até extinção de outras espécies.

Considera-se, portanto, insustentável o manejo que prioriza espécies de outros biomas ou regiões em detrimento das espécies nativas do Paraná, conforme recomendação do IAT. Além dos riscos biológicos, provocados por espécies invasoras, o seu manejo impede que o produtor emita o GTA, dificultando a comercialização de enxames e de produtos da meliponicultura.

22- Disponibilidade de vegetação

A disponibilidade de vegetação com variedade de plantas melitófilas, nas proximidades da propriedade onde ocorre o manejo, é indispensável para garantir uma fonte contínua de pólen, néctar e resinas para o desenvolvimento dos enxames. De acordo com Costa Neto (2014), ambientes com diversidade de vegetação e água promovem o equilíbrio biológico, atraem abelhas e outros polinizadores, enriquecem a fauna e contribuem para a biodiversidade e a manutenção dos ecossistemas locais.

Quadro 29 - Variáveis adotadas para a avaliação da disponibilidade de vegetação

Variáveis	Escalas
Não existe mata nativa nas proximidades da propriedade	1
Existe, mas está afastada da propriedade	3
Sim e está integrada às minhas culturas na propriedade	5

Fonte: elaboração própria (2023).

Nesse indicador é possível identificar se há presença de vegetação de mata nativa na propriedade ou no raio de até 1 quilômetro, alcance aproximado da maioria dos Meliponíneos, durante o forrageio (Venturieri, 2008). A ausência de vegetação na propriedade, ou em suas proximidades, é considerada insustentável para a meliponicultura por comprometer a disponibilidade de recursos como pólen e néctar, fundamentais para o desenvolvimento e a sobrevivência das abelhas nativas.

23- Manejo de pragas e doenças

O manejo adequado do controle de pragas e doenças na meliponicultura, determina o desenvolvimento de colônias fortes e saudáveis. Um manejo bem estruturado, que fortaleça os enxames, torna o uso de agrotóxicos desnecessário, ao ponto que as próprias abelhas conseguem controlar pragas naturais, como formigas, moscas, répteis ou alguns mamíferos (Venturieri, 2008).

Quadro 30 - Variáveis para a avaliação do manejo e do controle de doenças e pragas

Variáveis	Escalas
Usa produtos químicos intensivamente e sem receituário agrônomo ou veterinário	1
Usa produtos conforme a necessidade e com receituário de um profissional	3
Faz manejo quando necessário, mas deixa o controle por conta das abelhas	5

Fonte: elaboração própria (2023).

Segundo Palumbo (2015), o meliponicultor deve intervir com técnicas, somente nos casos em que as abelhas não conseguem lidar com um ataque à colônia. Enxames bem estruturados e saudáveis podem resolver naturalmente problemas relacionados a predadores e doenças.

24- Uso de agrotóxicos

A análise desse indicador será complementar, destinada somente aos produtores que relataram desenvolver atividades agrícolas em suas propriedades, possivelmente não aplicável às propriedades urbanas. Assim como Hein (2019), o objetivo é avaliar como os herbicidas e inseticidas são utilizados, verificando se há acompanhamento agrônomo, implantação de técnicas de manejo integrado ou utilização de agentes biológicos, bem como a adoção total ou parcial de práticas agroecológicas e de produção orgânica.

Quadro 31 - Variáveis adotadas para a avaliação do uso de agrotóxicos na propriedade

Variáveis	Escalas
Utiliza sem análise agrônoma da necessidade de uso e dosagem, ou não autorizados	1
Utiliza pacotes de agroquímicos predefinidos, independente de real necessidade	2
Utiliza com análise agrônoma e prescrição de dosagem	3
Utiliza manejo integrado com agentes biológicos	4
Não utiliza agrotóxicos (produção agroecológica com ou sem certificação)	5

Fonte: Hein (2019). Elaboração própria.

A busca por alternativas como o manejo integrado, a utilização de agentes biológicos e a adoção de práticas agroecológicas e orgânicas refletem um compromisso ético, social e ambiental por parte do produtor.

25- Origem da água na propriedade

A origem da água na propriedade pode influenciar na qualidade do ambiente. Trata-se da disponibilidade de um recurso vital para melhorar a produtividade de mel das abelhas, mesmo algumas espécies não dependendo diretamente de uma fonte de água para coletar. Propriedades apenas com água encanada, proveniente da companhia de abastecimento, representa a não disponibilidade direta de uma fonte para as abelhas.

Quadro 32 - Variáveis adotadas para a avaliação da origem da água na propriedade

Variáveis	Escalas
Água tratada da SANEPAR	1
Poço semi-artesiano ou artesiano	2
Poço raso	3
Córrego/rio	4
Nascente/mina	5

Fonte: Elaboração própria

Conforme menciona Carniatto (2007), as metodologias adotadas pelas companhias de abastecimento e tratamento da água dos rios, tem um elevado custo do ponto de vista econômico e ambiental. Em todo o processo, existem diversas etapas de filtragem e de adição de substâncias como o cloro, para eliminação de patógenos, e o sulfato de alumínio, um coagulante que agrupa os materiais em suspensão na água. Para a meliponicultura, a água encanada da Sanepar é inviável, pela presença dessas substâncias e pela restrição ao uso doméstico e/ou abastecimento de animais de grande porte. Por ser a fonte predominante que abastece as propriedades urbanas no estado do Paraná, é possível que os meliponicultores dessas áreas, possam contar somente com esta fonte.

Já a origem da água, vinda de córregos e rios, apesar de estar sujeita à contaminação por coliformes fecais, agrotóxicos e outros poluentes, possui características naturais, e quando a carga de poluentes é baixa, pode ser uma fonte para a implementação das atividades agrícolas. O mesmo vale para nascentes e minas, por serem fontes naturais; desde que respeitadas as normas de uso e de adequação, com medidas de proteção, como revestimento de solo/cimento e canalização da saída de água, para evitar contaminação, podem ser consideradas as fontes mais seguras de água em uma propriedade.

26- Disponibilidade de água

Avalia-se a disponibilidade de água na propriedade tanto para o consumo humano quanto para o desenvolvimento das diversas atividades, incluindo o manejo das colônias de abelhas na prática da meliponicultura.

Quadro 33 - Variáveis sobre a disponibilidade de água na propriedade

Variáveis	Escalas
Falta com frequência	1
Falta eventualmente	2
Falta em períodos prolongados de seca	3
Falta quando há problemas técnicos na rede ou distribuição	4
Raramente falta	5

Fonte: Freitag (2020).

A disponibilidade e a qualidade da água nas propriedades viabilizam o manejo e o consumo humano. Avalia-se a disponibilidade e a qualidade da água, considerando a fonte e não necessariamente as propriedades laboratoriais.

27- Qualidade da água

Hein (2019) ressalta que a realização de exames laboratoriais é a melhor opção para verificar de forma precisa e confiável a qualidade da água, permitindo a detecção de contaminantes, como agrotóxicos. No entanto, essa abordagem torna-se inviável devido à diversidade de fontes de água em cada propriedade, o que exigiria análises individuais para cada caso. Produtores que seguem a legislação, utilizam água de poços artesianos e/ou redes de distribuição rural, costumam realizar exames periódicos em laboratórios. Normalmente os laudos podem ser consultados e indicam a qualidade da água com mais precisão.

A metodologia proposta dentro do MESMIS visa minimizar os custos relacionados à avaliação da sustentabilidade nos sistemas de manejo. Para isso, Freitag (2020) e Hein (2019) propõem alternativas mais econômicas para evitar a realização de análises laboratoriais de alto custo, que seria o ideal. Pode ser a abordagem indireta, como a percepção do próprio produtor, ou avaliações *in loco* de cada fonte de água, identificando fatores que possam representar risco de contaminação, como o acesso de animais ao local de coleta de água, a ausência de mata ciliar, o acesso de máquinas agrícolas ou o manejo de agrotóxicos.

Optou-se pela avaliação indireta com a percepção que os meliponicultores têm sobre a qualidade da água.

Quadro 34 - Variáveis para avaliar a qualidade da água

Indicador	Índice
Muito ruim (0 a 2)	1
Ruim (3 a 4)	2
Média (5 a 6)	3
Boa (7 a 8)	4
Excelente (9 a 10)	5

Fonte: Freitag (2020) e Hein (2019).

Os produtores indicaram a percepção que têm sobre qualidade da água utilizada na propriedade, considerando as fontes de acesso, tais como o sistema de tratamento, a localização e a proteção das fontes e nascentes.

3.4.7 Descrição dos indicadores de sustentabilidade compostos

Os indicadores individuais e suas respectivas características foram utilizados para a construção dos Indicadores de Sustentabilidade Compostos ISC, apresentados a seguir. Definidos por Freudenberg (2003) como índices sintéticos que combinam vários indicadores individuais em uma única medida, os ISC são apropriados à avaliação e à comparação de características como competitividade, capacidades inovadoras, globalização e sustentabilidade ambiental com a integração de grandes volumes de informação, e apresentadas num formato compreensível, com a finalidade de facilitar a análise e a comunicação de dados mais complexos.

Para serem compostos, os indicadores devem possuir características em comum; serem integradores de informações; fáceis de mensurar; aplicáveis a uma variedade de agroecossistemas; estarem diretamente relacionados às informações de base, e permitirem a avaliação das mudanças ao longo do tempo (Masera, Astier e López-Ridaura, 2000).

Por se tratar de indicadores cujo objetivo é avaliar a sustentabilidade em agroecossistemas, adotou-se para a elaboração dos ISC, a referência dos modelos de indicadores compostos já implementados por Hein (2019) e Freitag (2020).

Quadro 35 - Indicadores compostos e seus respectivos indicadores individuais

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE COMPOSTOS	INDICADORES INDIVIDUAIS ASSOCIADOS
1- Acesso à tecnologia e à informação - (ISCATI)	1- Nível de escolaridade 2- Qualificação profissional 9- Assistência técnica 5- Inovação e adaptação tecnológica 10- Reconhecimento de normas e legislações
2- Satisfação, Continuidade e Sucessão - (ISCSACS)	6- Satisfação com a atividade 7- Permanência na atividade 8- Sucessão na atividade 17- Nível de suficiência da mão de obra familiar
3- Gestão financeira - (ISCGF)	12- Grau de rentabilidade 13- Fluxo financeiro 15- Endividamento 16- Autossuficiência financeira 14- Orçamento familiar

	11- Acesso ao crédito
4- Produção e mercados - (ISCPM)	3- Organização do sistema de manejo 12- Grau de rentabilidade 13- Fluxo financeiro 16- Autossuficiência financeira 18- Associativismo 19- Acesso a mercados
5- Autonomia gerencial - (ISCAG)	3- Organização do sistema de manejo 4- Autonomia gerencial
6- Manejo da produção - (ISCOMP)	3- Organização do sistema de manejo 9- Assistência técnica 20- Registro das atividades 22- Disponibilidade de vegetação 23- Manejo de pragas e doenças
7- Gestão ambiental - (ISCGA)	21- Espécies manejadas e presentes 22- Disponibilidade de vegetação 24- Uso de agrotóxicos 25- Origem da água 26- Disponibilidade da água 27- Qualidade da água

Fonte: Hein (2019). Adaptado em (2024).

Segundo Hein (2019), definir os indicadores compostos é uma tarefa complexa, pois depende de um conjunto de fatores associados que podem indicar situações de sustentabilidade (se avaliados com bons escores) ou insustentabilidade (caso contrário). Baseando-se no percurso metodológico e nos ISC propostos pelo autor na avaliação da sustentabilidade em um contexto específico, listam-se a seguir, os indicadores de sustentabilidade compostos e seus respectivos critérios de diagnóstico, atrelados aos problemas que podem afetar a continuidade da atividade da meliponicultura.

1- Indicador de sustentabilidade composto acesso à tecnologia e informação - (ISCATI): O acesso à tecnologia e à informação na meliponicultura impacta diretamente na sustentabilidade da atividade. O elevado nível educacional dos meliponicultores, (indicador 1) representa melhores níveis de consciência crítica, possibilita a geração de novas ideias e proporciona a capacidade de aprendizado contínuo, (indicador 2). Quanto mais baixos os níveis de escolaridade, menores são as chances pela busca de qualificação contínua. Outra consequência direta dos baixos níveis de escolarização, é a limitação no acesso às inovações e tecnologias, (indicador 5). Quando os conhecimentos necessários não são adquiridos por meio de instituições de ensino formais, é razoável serem fornecidos por programas de assistência técnica, (indicador 9). A ausência desses programas pode levar os produtores a recorrerem às informações e aos conhecimentos em outras fontes, além de descuidarem das normas e regulamentação da atividade (indicador 10). Podendo

resultar em ações inadequadas, sujeitas a penalidades e sanções, conforme a legislação vigente.

2- Indicador de sustentabilidade composto satisfação, continuidade e sucessão - (ISCSACS): Este indicador composto busca avaliar a sustentabilidade da meliponicultura considerando a satisfação dos produtores com a atividade (indicador 6), sua permanência (indicador 7), a sucessão familiar (indicador 8) e o nível de suficiência da mão de obra familiar (indicador 17). A satisfação com a atividade é uma variável subjetiva, obtida por meio da autoavaliação e da percepção geral do produtor. Corresponde às condições gerais do sistema, à qualidade de vida, à renda, à saúde, etc. A satisfação pode determinar a permanência, indicar a estabilidade e continuidade do sistema, inclusive para a sucessão na meliponicultura ao longo das gerações. Contar com os herdeiros já envolvidos no processo, repercute no nível de suficiência da mão de obra familiar e mantém a capacidade de manutenção das operações sem a necessidade de recorrer à força de trabalho externa.

3- Indicador de sustentabilidade composto gestão financeira - (ISCGF): A gestão financeira subsidia e pode garantir a prosperidade de qualquer negócio. Níveis altos de endividamento familiar (indicador 15), baixa rentabilidade com a produção (indicador 12) e sazonalidade na entrada de recursos financeiros (indicador 13), comuns em atividades agrícolas, devido à variação nos ciclos de produção, estações climáticas e períodos de mercado; quando ocorrem simultaneamente, podem indicar que a atividade não é autossuficiente (indicador 16), inclusive para manter o orçamento familiar (indicador 14). O que leva as famílias a buscarem outras fontes de renda e até mesmo recorrer ao crédito (indicador 11) para o financiamento das atividades ou honrar as dívidas já existentes. Hein (2019) menciona que em casos extremos, as dificuldades financeiras às vezes resultam no abandono da atividade e até mesmo na venda de ativos e da propriedade.

4- Indicador de sustentabilidade composto produção e mercados - (ISCPM): A análise dos sistemas de produção na meliponicultura considera a escala de produção e o acesso aos mercados. Em sistemas com escalas mais elevadas de produção, os custos são rateados com um volume maior de produção, o que pode aumentar a rentabilidade (indicador 12). Todavia, a meliponicultura, caracterizada por uma baixa escala de produção, resulta em uma baixa rentabilidade, que pode estar relacionada à indisponibilidade de um sistema de produção (indicador 3) e à

limitação de acesso aos mercados (indicador 19). Isso pode ser reforçado pelos resultados do fluxo financeiro (indicador 13), que refletem a entrada e a saída de recursos ao longo do tempo. Além disso, os investimentos podem ser provenientes de fontes externas, mostrando a falta de autossuficiência financeira (indicador 16). Uma das soluções para superar esses desafios é o associativismo (indicador 18), que permite o acesso a canais de comercialização da produção e fortalece a posição dos produtores no mercado.

5- Indicador de sustentabilidade composto autonomia gerencial - (ISCAG): A autonomia gerencial na meliponicultura inclui a capacidade de tomar decisões (indicador 4) em diversos aspectos da atividade. Vai da resolução de problemas cotidianos até a escolha das espécies de abelhas a serem criadas; os métodos de manejo mais adequados para cada espécie e os procedimentos ideais para a produção de mel, própolis ou outros. Segundo Hein (2019), ter autonomia contribui para o sucesso e a sustentabilidade da atividade, uma vez que, em alguns casos, os produtores podem enfrentar pressões externas que limitam a sua autonomia. Se, por exemplo, houver imposição de exigências por condições tecnológicas ou estruturais para continuar a parceria, essa situação poderá levar os produtores a realizarem investimentos não planejados, comprometendo sua independência e viabilidade financeira. Nesse sentido, contar com uma infraestrutura mínima (indicador 3) possibilita ao meliponicultor ter autonomia para desenvolver o seu trabalho sem depender excessivamente de terceiros ou de condições externas.

6- Indicador de sustentabilidade composto manejo da produção - (ISCMP): O manejo inapropriado pode causar a perda de enxames e a desistência da meliponicultura. Mas, atitudes e técnicas racionais de manejo podem garantir a saúde das colônias e a qualidade dos produtos obtidos. Uma das primeiras ações do meliponicultor, deve ser o registro (indicador 20), junto à ADAPAR ou ao IAT, para garantir os mínimos controles sanitários necessários e evitar a migração de espécies exóticas. Outra, é fazer o manejo adequado de pragas e doenças (indicador 23), bem como investir em espécies de plantas melitófilas, produtoras de recursos para a alimentação e a estruturação das colônias, preferencialmente na propriedade onde estão instaladas as abelhas (indicador 22). O manejo adequado também depende de conhecimento, que pode ser adquirido por meio da assistência técnica de instituições e profissionais capacitados, (indicador 9). A ausência de um meliponário apropriado (indicador 3) pode resultar na redução na produtividade geral da

meliponicultura, com colônias menos saudáveis e menor produção de mel e outros produtos.

7- Indicador de sustentabilidade composto gestão ambiental - (ISCGA): A gestão ambiental nos agroecossistemas não apenas garante a sustentabilidade do sistema, como contribui para a conservação dos recursos naturais e a manutenção do equilíbrio ecossistêmico em toda a região. A meliponicultura mantém uma estreita relação e dependência dos recursos naturais, como solo, plantas, água e microrganismos, fundamentais para o desenvolvimento de colônias fortes. Investir na vegetação para o fornecimento de plantas melitófilas (indicador 22) e priorizar espécies nativas nas áreas de manejo (indicador 21), para evitar competição por recursos e o risco de hibridação, devem ser ações prioritárias. Além disso, deve-se garantir a disponibilidade e a qualidade da água (indicadores 25, 26 e 27) para as necessidades diárias da propriedade e do manejo. Em caso de atividades agrícolas adicionais, o uso de agrotóxicos, se necessário, deve ser realizado com prudência e responsabilidade (indicador 24), e cuidado na proteção não apenas das abelhas, mas dos ecossistemas ao redor.

Estabelecidos os critérios de diagnósticos dos indicadores individuais e dos indicadores compostos, segue a etapa 4 com a descrição dos métodos de medição e monitoramento dos indicadores.

3.4.8 Medição e monitoramento dos indicadores

O instrumento de coleta dos dados ocorreu por meio do formulário [online](#) com questões abertas e fechadas. Foi divulgado pela primeira vez no mês de agosto de 2023, inicialmente dentro dos principais grupos de redes sociais dos meliponicultores da Região Oeste, após a indicação de membros já conhecidos pelo pesquisador.

Uma maior adesão por parte dos produtores, ocorreu após o II Encontro de Meliponicultores de Assis Chateaubriand–PR, no dia 26 de outubro de 2023. Na ocasião, foi proferida pelo autor deste estudo a palestra: “a sustentabilidade da meliponicultura no Oeste do Paraná”, cujos aspectos do ponto de vista social, econômico e ambiental referente à meliponicultura e sua respectiva cadeia produtiva foram apresentados.

A coleta dos dados continuou nas redes sociais, até o seu fechamento, ocorrido após o 4º Encontro de Meliponicultores da Região Oeste do Paraná, em 24 de fevereiro de 2024. Realizado anualmente no município de Medianeira-PR, nessa edição, contou com produtores de várias regiões do Estado do Paraná e até de outros países como Paraguai e Argentina. O evento ocorre há 4 anos, sempre no período correspondente ao verão ou à primavera, e segundo o organizador, o Sr. Florentino Bilski, “é um momento em que o pessoal se organiza para apresentar seus produtos, como uma produção de mel, produtos fabricados, como as caixas ornamentais, as caixas didáticas e as caixas usadas no manejo das abelhas nativas sem ferrão”. O encontro também oportuniza a degustação e a comercialização dos produtos como o mel produzido pelas abelhas e o hidromel, agregando valor ao trabalho e possibilitando a complementação de renda dos meliponicultores.

Figura 14 - Imagens do encontro de meliponicultores da Região Oeste do Paraná



Fonte: Acervo próprio (2024).

Com a expectativa de ocorrer anualmente, o encontro fomenta a prática da meliponicultura local, com treinamentos de práticas de manejo; multiplicação de enxames; produção de uma bebida a base de mel, denominada hidromel; técnicas de transferência de enxames de ninhos; iscas para caixas racionais; visita ao meliponário; trocas de experiências; comercialização de produtos, e exposição de caixas, colmeias, artesanato e mel das diversas espécies. Outra atividade, foi a identificação da vegetação melitófila no local, com a partilha de sementes e estacas

para multiplicação de plantas apropriadas para o fornecimento de suprimentos para as abelhas.

Segundo Maser, Astier e López-Ridaura (2000), existem diversas formas de medir e monitorar os indicadores, quando se avalia os agroecossistemas por meio do MESMIS. Incluem, desde as técnicas de revisão bibliográfica, passando por análises e experimentação local, até as entrevistas formais e informais, por meio de técnicas de grupos. As entrevistas podem ser participativas, com os próprios produtores ou representantes de comunidades, ou organização representativa. No encontro com os meliponicultores da Região Oeste foi possível observar trocas de experiências, além de possibilitar a participação dos produtores na pesquisa, respondendo ao questionário, e indicando-o a outros conhecidos na região.

3.5 RESULTADOS

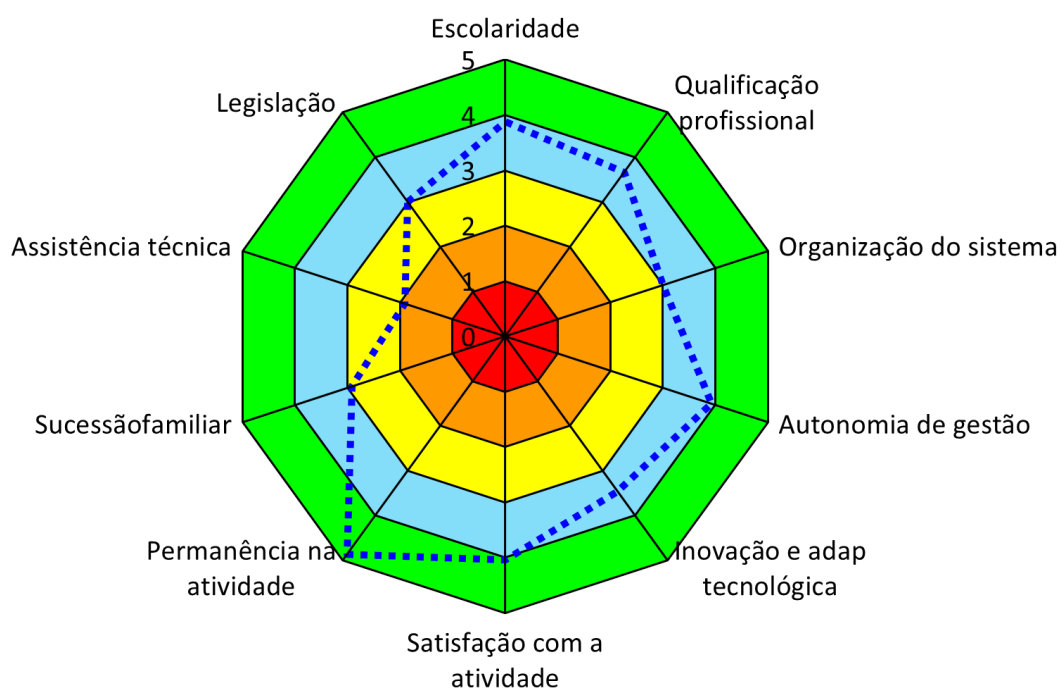
Os resultados apresentados a seguir têm como base os dados coletados nos 58 sistemas de produção da meliponicultura da Região Oeste do Paraná. A apuração macro com as médias, modas, escores por sistema e por indicador, estão representados dentro da tabela 4. A ordenação dos 58 sistemas está posta em colunas, conforme a data de resposta ao questionário. Cada sistema foi tabulado e classificado em planilha eletrônica e, em seguida, feitas as seguintes análises: indicadores de sustentabilidade nas dimensões social, econômica e ambiental; indicadores de sustentabilidade compostos; indicadores de sustentabilidade por sistema de manejo; indicadores de sustentabilidade por atributos e, por fim, uma análise estatística de algumas variáveis.

Conforme mencionado na [Seção 3.3](#) deste artigo, as escalas adotadas para representar o grau de sustentabilidade dos 27 indicadores, variam entre 1 e 5, onde 1 indica insustentável e 5 sustentável.

3.5.1 Indicadores sociais

A medida de centralidade para estabelecer os graus de sustentabilidade de cada um dos 10 indicadores sociais, foi o cálculo da média aritmética obtida dentro dos sistemas de produção, desconsiderando os casos sem respostas: espaços vazios (tabela 4).

Figura 15 - Escalas dos indicadores da dimensão social



Fonte: Elaboração própria.

Considerando a escala de 1 a 5, observa-se que a menor pontuação, (1,91), foi atribuída ao indicador de assistência técnica. Isso se deve ao fato de que 50% dos meliponicultores alegam receber assistência técnica apenas por meio de vídeos na internet; 35% do total, nunca receberam assistência técnica. Esse resultado aponta que a meliponicultura é difundida nas redes sociais, levando os produtores a confiarem em informações disponibilizadas por diversos adeptos à prática. Corroborando com Barbiéri (2018), o conteúdo pode tanto contribuir como prejudicar o manejo. Os dados evidenciam a falta de profissionais e técnicos qualificados nas instituições públicas e privadas de assistência técnica especializada.

Por outro lado, os indicadores “satisfação com a atividade”, com uma média de (4,02), e a “permanência na atividade” (4,86), foram os principais fatores que contribuíram para a sustentabilidade dentro da dimensão social.

O nível de escolaridade e a busca por qualificação profissional também se destacaram, com (3,90) e (3,68) pontos, respectivamente; 44% dos produtores possuem curso de pós-graduação, 37% completaram o Ensino Médio, 9,4% possuem Ensino Superior, e 9,4% possuem apenas o Ensino Fundamental completo. Nenhum produtor se considerou analfabeto ou com apenas educação pré-escolar.

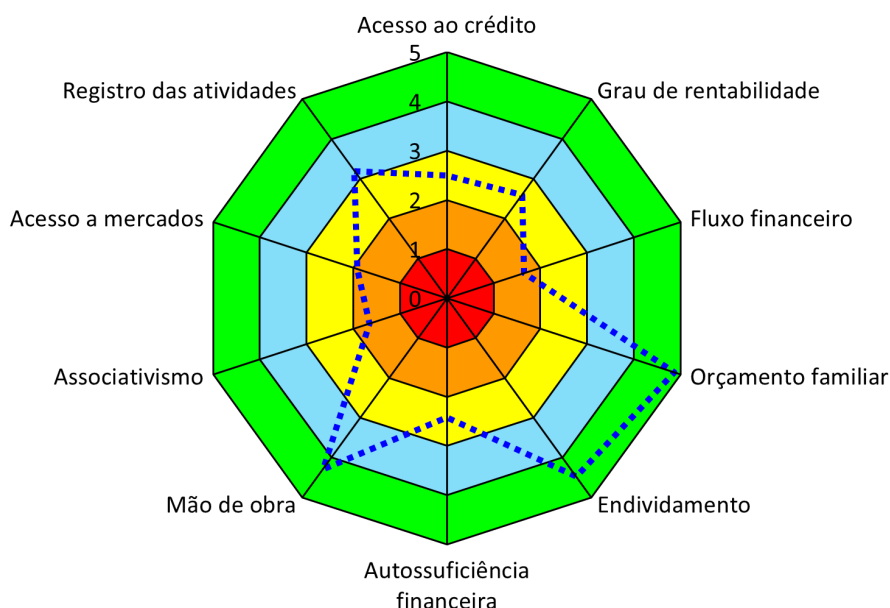
Indicando um grau de transição, destacam-se as médias dos indicadores “organização do sistema” (2,95) e “conhecimento e uso das normas e legislação”, (3,04) pontos. Aproximadamente, 68% dos produtores não conhecem ou não acreditam que as leis e normativas auxiliem no processo.

A sucessão familiar é um indicador que merece atenção (2,89), salientando problemas nessa questão, possivelmente atrelado ao fato de que menos de 10% dos meliponicultores já engajaram algum herdeiro na atividade, os demais não engajaram ou não tem herdeiros dispostos a trabalhar com a meliponicultura. Sugerindo a necessidade de políticas e estratégias para promover a continuidade e o desenvolvimento da meliponicultura nas próximas gerações.

3.5.2 Indicadores econômicos

A medida de centralidade para estabelecer os graus de sustentabilidade de cada um dos 10 indicadores da dimensão econômica, foi a média aritmética obtida dentro nos sistemas de produção, desconsiderando os casos sem respostas, portanto, os espaços que ficaram vazios (Tabela 4).

Os indicadores que compõem a dimensão econômica da meliponicultura podem ser visualizados e comparados por meio do gráfico radar apresentado abaixo. Este gráfico ilustra as escalas da maior e da menor pontuação.

Figura 16 - Escalas dos indicadores da dimensão econômica

Fonte: Elaboração própria.

O indicador “orçamento familiar” tem o maior escore, (4,84), por isso, não deve ser analisado de forma isolada. Originalmente, a questão avaliou o percentual da representação das receitas geradas pela meliponicultura no orçamento familiar, todavia, não foi um resultado expressivo, 33% dos entrevistados deixaram de responder à questão. Os 67% que responderam alegaram que a meliponicultura contribui com até 10% do orçamento familiar. Ou seja, parte das receitas origina-se de outras fontes. É possível que as ausências de respostas indiquem que de fato a meliponicultura não representa uma parcela significativa no orçamento familiar.

Ao analisar individualmente o indicador, destaca-se que quanto menor for a dependência da meliponicultura na composição do orçamento familiar, maior será a escala de sustentabilidade, conforme já descrito nos critérios de diagnóstico disponíveis na [Seção 3.4.3](#), do presente artigo. Por outro lado, associando esse indicador à média de (2,62) do indicador “grau de rentabilidade” e (1,64) do “fluxo financeiro”, percebe-se que do ponto de vista financeiro, a meliponicultura exprime maiores problemas de sustentabilidade no contexto da Região Oeste do Paraná. Esse ponto será analisado adiante na seção dos indicadores de sustentabilidade compostos.

O indicador “mão de obra familiar” mostrou-se estável ou suficiente, podendo até mesmo ampliar as atividades, conforme responderam os mais de 90% dos

produtores. Quanto ao comprometimento de todas as receitas das famílias com dívidas relacionadas às despesas e à produção, verifica-se que é inexistente, ou os que alegaram ter dívidas comprometem até 10% das receitas.

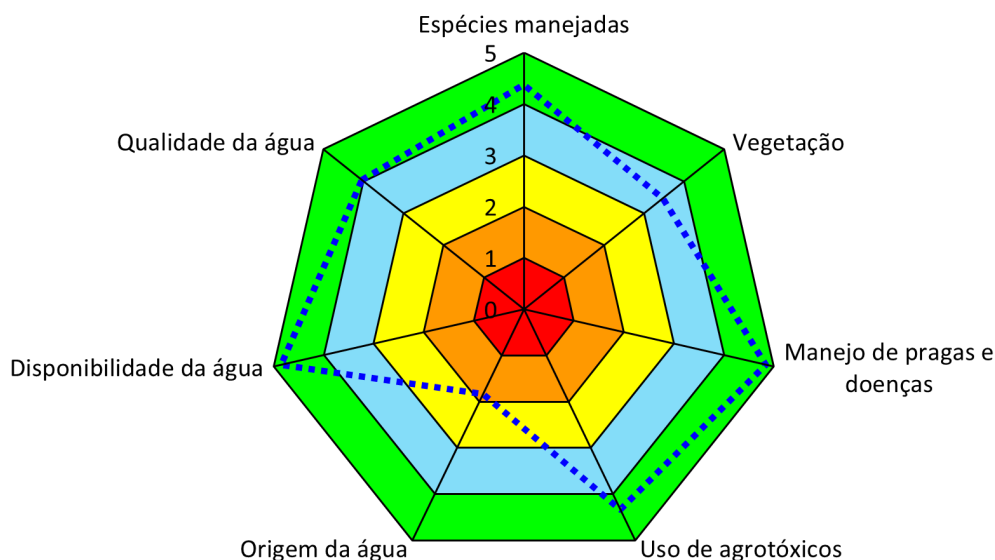
Os outros indicadores com o menor grau de sustentabilidade na análise individual são: "fluxo financeiro" (1,64), "associativismo" (1,70) e "acesso aos mercados" (1,98). Sobre o fluxo financeiro de recursos obtidos pela produção e comercialização dos produtos, 52% dos produtores não recebem dinheiro proveniente da meliponicultura, enquanto 38% recebem com pouca frequência. Quando questionados sobre a participação em associações, sindicatos ou cooperativas, 74% apontaram não ter nenhum vínculo com as organizações. Quanto ao acesso aos mercados, 78% dos produtores enfrentam dificuldades para comercializar seus produtos e não têm acesso direto aos meios para tal. Quando o têm, dependem de atravessadores ou revendedores. Fato que se agrava, por não praticarem o associativismo.

Os indicadores, "grau de rentabilidade", "acesso ao crédito" e "autossuficiência financeira", obtiveram pontuações médias de (2,62), (2,49) e, (2,44), respectivamente, indicam que estão em uma escala de transição de sustentabilidade. Embora individualmente não alcançaram médias expressivas, os indicadores foram utilizados para a análise composta, realizada mais adiante no texto, e apontaram para áreas específicas que requerem intervenção ou melhorias.

3.5.3 Indicadores ambientais

Das três dimensões, a ambiental foi a que obteve uma maior pontuação dentro da escala de sustentabilidade. Com exceção do indicador "origem da água na propriedade", com menor pontuação, os demais indicam notas próximas a 5.

Figura 17 - Escalas dos indicadores da dimensão ambiental



Fonte: Elaboração própria.

Aproximadamente 61% dos meliponicultores alegam que não fazem uso de agrotóxicos, e os 26% que utilizam, fazem-no sob análise agrônômica e prescrição de dosagem, que por sua vez, podem ser os mesmos 26% de produtores que têm seus meliponários exclusivamente em propriedades rurais; logo, há outras atividades agrícolas na propriedade.

3.5.4 Indicadores de sustentabilidade compostos

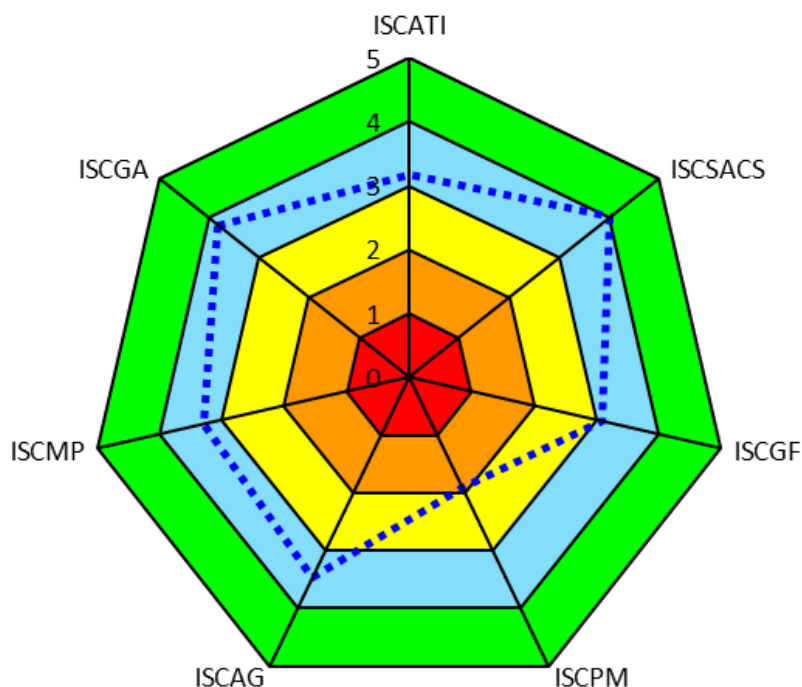
Na [Seção 3.4.7](#) foram descritos os critérios de referência para a composição dos 7 indicadores de sustentabilidade compostos - ISC. A apuração a seguir teve como referência esses critérios e como medida de centralidade, a média aritmética, posicionadas nas colunas, a média por indicador, e a média geral (Tabela 5). Em seguida, destacam-se os ISC com maior grau de sustentabilidade e os que estão sugerindo problemas de sustentabilidade nos sistemas de manejo da meliponicultura.

Tabela 5 - Médias por indicadores de sustentabilidade compostos (ISC)

ISC	Indicadores individuais	Média por indicador	Média geral
1- Acesso à tecnologia e à informação - (ISCATI)	1, 2, 9, 5 e 10	3,90; 3,68; 1,91; 3,47 e 3,04	3,20
2- Satisfação, Continuidade e Sucessão - (ISCSACS)	6, 7, 8 e 17	4,02; 4,86; 2,89 e 4,26	4,01
3- Gestão financeira - (ISCGF)	11, 12, 13, 14, 15 e 16	2,49; 2,62; 1,64; 4,84; 4,49 e 2,44	3,09
4- Produção e mercados - (ISCPM)	13, 16, 18 e 19	1,64; 2,44; 1,70 e 1,98	1,94
5- Autonomia gerencial - (ISCAG)	3 e 4	2,95 e 3,91	3,43
6- Manejo da produção - (ISCMP)	3, 9, 20, 22 e 23	2,95; 1,91; 3,21; 3,52 e 4,84	3,29
7- Gestão ambiental - (ISCGA)	21, 22, 24, 25, 26 e 27	4,40; 3,52; 4,29; 1,84; 4,86 e 4,04	3,83

Fonte: Elaboração própria.

Para obter as notas de cada ISC, consideraram-se as médias das notas gerais dos seus respectivos indicadores associados, conforme ilustrado no gráfico a seguir.

Figura 18 - Médias gerais dos indicadores de sustentabilidade compostos

Fonte: Elaboração própria.

As menores médias foram para os indicadores ISCPM - manejo da produção, com (1,94) e ISCGF - gestão financeira, com (3,09), colocando-os em uma zona intermediária entre o sustentável e insustentável. As piores notas, responsáveis pelo baixo escore dos dois indicadores compostos, foram "fluxo financeiro", "associativismo" e "acesso aos mercados". Possivelmente, os resultados estão relacionados à baixa produtividade na meliponicultura e à dificuldade de acesso aos mercados para comercialização de produtos, somadas à baixa rentabilidade e ao fluxo de entrada de receitas provenientes da atividade.

O melhor índice de sustentabilidade ficou para o Indicador de Sustentabilidade Composto Satisfação, Continuidade e Sucessão - ISCSACS, com (4,01) de média, apontando que existem poucos problemas relacionados à satisfação dos meliponicultores com a atividade. Esse fato se comprova com as boas notas dadas ao indicador que avalia as chances de não deixarem a atividade, inclusive com boas expectativas de continuidade de sucessão para as próximas gerações, apesar do indicador "sucessão familiar" estar com uma pontuação intermediária de (2,89).

3.5.5 Indicadores por sistemas de manejo

As notas de sustentabilidade de cada um dos 58 sistemas foram obtidas por meio da média aritmética dos 27 indicadores, desconsiderando aqueles que não foram respondidos.

Vale destacar que, ao adotar a média como medida de centralidade, o único modo de atingir a escala máxima de sustentabilidade (nota 5), seria se os produtores atribuíssem a pontuação máxima para todos os 27 indicadores, cenário improvável, dado que o processo de avaliação é influenciado por diversas variáveis e questões subjetivas. Por esse motivo, em nossa metodologia, entende-se que os sistemas considerados sustentáveis, são aqueles que conseguiram escores acima de 4, aproximando-se mais do valor máximo de 5.

Tabela 6 - Classificação dos sistemas mais sustentáveis

Ranking	Sistema	Escore
1º	35	4,3
2º	41	4,2
3º	58	4,0
4º	34	4,0
5º	47	4,0
6º	25	4,0

Fonte: Elaboração própria.

Os sistemas com os maiores índices de sustentabilidade foram classificados na tabela 6. O sistema 35, situado no ambiente rural, liderou o ranking com 4,3 pontos. Em seguida, o sistema 41, localizado no ambiente urbano, ocupou a segunda posição com 4,2 pontos. Na terceira colocação, com 4,0 pontos cada, destacaram-se os sistemas 58 e 34, do ambiente rural, além dos sistemas 47 e 25, instalados em ambos os ambientes.

Por outro lado, os sistemas com os menores índices de sustentabilidade, (Tabela 7) incluem 15, dos 58 analisados, que registraram escores inferiores a 3, sinalizando dificuldades relacionadas ao baixo nível de sustentabilidade em seus respectivos manejos. Os demais sistemas integram o grupo em processo de transição para a sustentabilidade, com pontuações entre 3 e 4.

Tabela 7 - Classificação dos sistemas insustentáveis

Ranking	Sistema	Escore
58º	45	1,7
57º	29	2,3
56º	21	2,4
55º	18	2,4
54º	9	2,4
53º	5	2,5
52º	51	2,5
51º	28	2,5
50º	4	2,6
49º	55	2,6
48º	27	2,7
47º	57	2,7

46°	33	2,8
45°	20	2,8
44°	54	2,9

Fonte: Elaboração própria.

Em suma, seis foram classificados como sustentáveis, 37 encontram-se em transição e 15 apresentam os maiores problemas, sendo caracterizados como insustentáveis na meliponicultura.

Com o intuito de conferir se o ambiente em que esses sistemas estão instalados exerce influência sobre sua sustentabilidade, foi realizada uma análise estatística de comparação de médias, utilizando o teste-t para amostras independentes (Tabela 8). Foram considerados dois grupos: o grupo 1, formado por 13 produtores com sistemas de manejo instalados em ambiente rural, e o grupo 2, composto por 26 produtores com sistemas localizados no ambiente urbano. Devido à técnica permitir a análise de apenas dois grupos, optou-se pela exclusão do grupo 3, referente aos 19 sistemas instalados em ambos os ambientes (rural e urbano).

O teste foi realizado no *software* SPSS, comparando as médias das três dimensões — social, econômica e ambiental — entre os dois grupos. Ressalta-se que no software, o *P-value* é representado pela sigla Sig e, quando $P > 0,05$, indica que no contexto da comparação de médias, não há diferença estatística significativa entre as médias dos grupos analisados (Sampieri; Collado; Lucio, 2013).

Antes do teste t, foi aplicado o teste de Levene para verificar a igualdade das variâncias (Sampieri; Collado; Lucio, 2013). Os resultados indicaram que as variâncias podem ser consideradas iguais para as três dimensões, visto que os valores de P são maiores que 0,05. Dimensão social: $P = 0,279$; dimensão econômica: $P = 0,116$ e dimensão ambiental: $P = 0,601$ (Tabela 8).

Tabela 8 - Teste estatístico de amostras independentes

		Teste de Levene para igualdade de variâncias		Teste-t para Igualdade de Médias						
		Z	Sig.	t	df	Sig. (2 extremidades)	Diferença média	Erro padrão de diferença	95% Intervalo de Confiança da Diferença	
									Inferior	Superior
Social	Variâncias iguais assumidas	1,206	,279	,403	37	,689	,09038	,22437	-,36423	,54500
	Variâncias iguais não assumidas			,454	32,868	,653	,09038	,19896	-,31446	,49523
Econômica	Variâncias iguais assumidas	2,592	,116	,576	37	,568	,18885	,32768	-,47510	,85279
	Variâncias iguais não assumidas			,527	19,318	,604	,18885	,35807	-,55977	,93747
Ambiental	Variâncias iguais assumidas	,278	,601	3,812	37	,001	,48269	,12661	,22615	,73923
	Variâncias iguais não assumidas			3,592	20,707	,002	,48269	,13438	,20298	,76240

Fonte: Extraída do software SPSS. Elaboração própria.

No teste-t, observa-se que não há diferença significativa entre as médias dos grupos 1 (ambiente rural) e 2 (ambiente urbano) para a dimensão social, considerando as variâncias iguais ($t(37) = 0,403$; $p = 0,689$), quanto para variâncias iguais não assumidas ($t(32,868) = 0,454$; $p = 0,653$). A diferença média entre os grupos foi de 0,09038 (IC 95%: -0,36423 a 0,54500). Embora exista essa leve diferença, é pequena o suficiente para ser atribuída ao acaso, não representando uma diferença real entre os grupos.

Na dimensão econômica não foi identificada uma diferença significativa entre as médias dos grupos. Os resultados mantiveram-se consistentes ao assumir variâncias iguais, ($t(37) = 0,576$; $p = 0,568$), e ao não assumir variâncias iguais, ($t(19,318) = 0,527$; $p = 0,604$). A diferença média foi de 0,18885 (IC 95%: -0,47510 a 0,85279), e pode ser atribuída ao acaso, não representando uma diferença real entre os grupos.

No entanto, na dimensão ambiental, os resultados sugerem uma diferença estatística significativa entre as médias dos grupos, tanto ao assumirem variâncias iguais ($t(37) = 3,812$; $p = 0,001$) quanto às variâncias iguais não assumidas ($t(20,707) = 3,592$; $p = 0,002$). A diferença média foi de 0,48269 (IC 95%: 0,22615 a 0,73923), sugerindo uma diferença entre os dois grupos.

Enquanto as dimensões social e econômica não apresentam diferenças significativas entre os grupos, a dimensão ambiental apresenta uma diferença estatística, indicando que o ambiente rural, do ponto de vista ambiental, pode ser

mais sustentável do que o ambiente urbano no contexto da meliponicultura na Região Oeste do Paraná.

3.5.6 Indicadores por atributos de sustentabilidade

Descritos na [Seção 3.4.3](#) deste artigo, os atributos de sustentabilidade e seus critérios de diagnóstico subsidiaram a análise dos sete indicadores por atributos da presente seção. As médias dos atributos de sustentabilidade (Tabela 9) podem ser resultantes do grau de estabilidade dos 58 sistemas avaliados. Conforme aumentam ou diminuem os scores dos atributos de produtividade, estabilidade, resiliência, confiabilidade, equidade, adaptabilidade e autogestão do sistema, presume-se maior ou menor grau de sustentabilidade dos sistemas (Masera; Astier; López-Ridaura, 2000). Os autores consideram necessária a avaliação por atributos, por complementar as informações dos indicadores individuais e dos indicadores de sustentabilidade compostos.

Tabela 9 - Médias por atributos de sustentabilidade dos sistemas

Atributos de sustentabilidade	Indicadores individuais	Média por indicador	Média geral por atributo
Produtividade	Grau de rentabilidade	2,62	2,84
	Fluxo financeiro	1,64	
	Nível de suficiência da mão de obra familiar	4,26	
Estabilidade, resiliência e confiabilidade	Espécies manejadas e presentes	4,40	3,57
	Disponibilidade de vegetação	3,52	
	Disponibilidade da água	4,86	
	Qualidade da água	4,04	
	Fonte da água	1,84	
	Manejo de pragas e doenças	4,84	
	Uso de agrotóxicos	4,29	
	Fluxo financeiro	1,64	
	Endividamento	4,49	
	Permanência na atividade	4,86	
	Sucessão na atividade	2,89	
	Assistência técnica	1,91	
	Acesso ao crédito	2,49	
	Satisfação com a atividade	4,02	
Adaptabilidade	Nível de escolaridade	3,90	3,68
	Qualificação profissional	3,68	
	Inovação e adaptação tecnológica	3,47	
Equidade	Nível de suficiência da mão de obra familiar	4,26	3,57
	Sucessão na atividade	2,89	
Autossuficiência	Associativismo	1,70	2,74
	Registro das atividades	3,21	

	Acesso a mercados	1,98	
	Autossuficiência financeira	2,44	
	Reconhecimento de normas e legislações	3,04	
	Autonomia gerencial	3,91	
	Organização do sistema de manejo	2,95	

Fonte: Masera; Astier; López-Ridaura (2000). Elaboração própria.

A produtividade reflete a capacidade do sistema de fornecer bens e serviços (Astier *et al.*, 2012). A média geral (2,84) indica que os sistemas de produção da meliponicultura tendem à insustentabilidade. Existem desafios, especialmente no grau de rentabilidade (2,62), e no fluxo financeiro (1,64), que apontam para dificuldades econômicas e financeiras. O ponto forte é a suficiência da mão de obra familiar (4,26), que demonstra autossuficiência e/ou eficiência no uso de recursos humanos. A ínfima produtividade é atribuída aos baixos níveis de rentabilidade e fluxo de entrada de recursos, mesmo com a razoável mão de obra existente.

Segundo Masera, Astier e López-Ridaura (2000), os atributos, estabilidade, resiliência e confiabilidade refletem a capacidade do sistema de manter sua produção ao longo do tempo, mesmo em condições desfavoráveis. Indicam a capacidade de recuperação do sistema, após perturbações graves, como crises econômicas ou desastres naturais, mantendo seu potencial produtivo, além de avaliar a capacidade do sistema de manter níveis próximos ao equilíbrio, mesmo diante de adversidades, assegurando a sustentabilidade a longo prazo.

Com média (3,57), esses atributos tiveram pontos fortes, com os indicadores “baixo endividamento”, “disponibilidade de água” (4,85), “manejo de pragas” (4,84) e “permanência na atividade” (4,86). Contudo, a “fonte da água” (1,83) e o “fluxo financeiro” (1,64), juntamente com os indicadores, “sucessão na atividade” (2,89) e “acesso ao crédito” (2,49) apresentaram baixas médias na composição dos atributos, o que pode ser indicativo de fragilidade, podendo afetar a continuidade e estabilidade dos sistemas.

Em relação ao atributo adaptabilidade, os sistemas demonstram-se sustentáveis, com média geral de (3,68). Representando a capacidade do sistema de encontrar novos níveis de equilíbrio, ou seja, de continuar sendo produtivo, além de proporcionar benefícios, diante de mudanças no ambiente, com novas condições econômicas e capacidade de geração de novas opções tecnológicas ou institucionais para melhorar a situação existente. Indica, também, aspectos

relacionados à diversificação de atividades ou às opções tecnológicas, processos de organização social, de formação de recursos humanos e de aprendizado (Astier *et al.*, 2012).

O alto nível de escolaridade (3,90) e a qualificação profissional (3,68) entre os meliponicultores envolvidos nas atividades, sugerem que a base de conhecimento e as habilidades necessárias para se adaptar a novos cenários está bem estabelecida, ponto positivo para a resiliência e a flexibilidade dos sistemas. A possibilidade de inovação e a adaptação tecnológica (3,47) remetem a um nível de capacidade para incorporar novas tecnologias, embora existam oportunidades para melhorar a adaptação tecnológica e a inovação dentro da meliponicultura (Menezes, 2018).

O indicador “equidade”, média (3,57), sugere que os benefícios e os custos do manejo, podem ser distribuídos de maneira justa entre as gerações atuais e futuras. O nível de suficiência da mão de obra familiar é um ponto forte; os custos das operações da atividade são bem distribuídos internamente. Entretanto, a pontuação baixa na sucessão familiar é uma preocupação com a continuidade da atividade nas gerações seguintes, fator essencial para a equidade intergeracional. Pode ser que a sustentabilidade futura seja comprometida, caso medidas para facilitar a sucessão não sejam implementadas.

Por fim, o indicador autossuficiência (2,74) demonstra que o sistema se encontra em um grau de sustentabilidade (transição). Segundo Astier *et al.* (2012), esse atributo remete à capacidade do sistema de definir suas interações com o ambiente externo e de gerenciar internamente suas próprias direções e prioridades. Nas realidades do estudo, a gestão interna forte e a autonomia gerencial se destacam positivamente, visto que a maioria dos meliponicultores possuem estrutura organizacional e são capazes de tomar decisões com independência. No entanto, a falta de associativismo e o acesso restrito a mercados são obstáculos que comprometem a capacidade de autossuficiência. Esses fatores, ao limitarem a inserção do sistema no mercado, por meio da comercialização dos produtos e o cooperativismo entre os membros, enfraquecem a estrutura socioeconômica e dificultam a consolidação da dimensão econômica e, em consequência, a sustentabilidade da meliponicultura a longo prazo.

3.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao retomar a questão central da pesquisa, a meliponicultura pode ser considerada uma atividade sustentável na Região Oeste do Paraná? Em um primeiro momento a resposta seria sim, com algumas ressalvas. Os 58 sistemas avaliados são sustentáveis na maioria dos indicadores adotados dentro das três dimensões da sustentabilidade: social, econômica e ambiental.

Mesmo as médias gerais favoráveis à sustentabilidade, indicadores individuais demonstram que a meliponicultura na região é carente de assistência técnica especializada aos meliponicultores, que por sua vez, não estão integrados em uma cadeia produtiva economicamente viável. Nesse sentido, a pesquisa alerta para a necessidade de se fortalecer as redes de cooperação entre os produtores, a sociedade e os governos, para melhorar as práticas de manejo e fomentar a produtividade da atividade. Os resultados aqui publicizados podem ser tomados referência na produção de políticas públicas para o setor.

A dimensão econômica obteve as menores médias entre os indicadores individuais que a compôs. O indicador composto, Produção e Mercado, obteve a menor média, possivelmente atribuído ao fato dos meliponicultores não encontrarem na meliponicultura, uma forma de gerar renda, mesmo alguns alegarem ser esse um dos objetivos de praticarem a atividade.

Recomenda-se que os produtores busquem capacitações e formação técnica para aprimorar o manejo e, com isso, desenvolvam novos produtos e otimizem a produção já existente. Ao mesmo tempo que os setores governamentais, associações, cooperativas, viabilizem espaços e/ou eventos, destinados à comercialização da produção provenientes do manejo das abelhas-sem-ferrão. A regulamentação da atividade da meliponicultura é importante por parte dos governantes, contudo, facilitar subsídios de fomento, como linhas de crédito para investimentos, além de fortalecer políticas públicas específicas, são o caminho para a sustentabilidade dentro da dimensão econômica.

Por outro lado, as dimensões social e ambiental apresentaram resultados positivos, revelando a sustentabilidade em alguns indicadores individuais e nos indicadores de sustentabilidade compostos.

Dentro da dimensão ambiental, a meliponicultura é sustentável, uma vez que a maioria dos produtores preserva, conserva e reproduz espécies nativas das abelhas-sem-ferrão. Isso possibilita a integração com a prestação de serviços ecossistêmicos essenciais, como a polinização da flora nativa e o aumento da produtividade na produção agrícola. Recomenda-se que os todos os municípios reconheçam as multifunções exercidas pelas abelhas-sem-ferrão no processo de reprodução da vegetação, de modo a concretizar projetos de reflorestamento e propiciar recursos para a manutenção das diversas espécies existentes.

Do ponto de vista da dimensão social, a meliponicultura é uma atividade que gera satisfação em seus praticantes, ao ponto que os pesquisados não pensam em deixar a atividade. Acredita-se que o alto grau de escolaridade e a busca por qualificação profissional são determinantes para o fortalecimento da sustentabilidade social, ao possibilitarem a adoção de práticas mais eficientes, geram novos conhecimentos e habilidades, e ampliam o uso de métodos de manejo que otimizem a criação.

O conhecimento é a base para ingressar na meliponicultura, e estar disponível a ampliar o repertório técnico e teórico, induz ao melhor caminho para evitar doenças nos enxames, escolher as melhores plantas para polinização e aumentar a produção de mel ou derivados com menor desperdício de recursos. Sem dúvidas o alto grau de escolaridade e a busca por qualificação profissional dos produtores foram essenciais para elevar as médias de sustentabilidade nas questões sociais que envolvem a meliponicultura, ainda que a oferta de cursos e formação continuada aos produtores careça de incentivos na região.

Investir na oferta de cursos e na formação continuada não apenas ajuda a melhorar o manejo técnico, mas promove o intercâmbio de experiências entre os produtores, fortalece redes de cooperação e amplia o acesso a novas tecnologias. Essas iniciativas podem engajar os membros da família e garantir a sucessão familiar, fazendo com que as próximas gerações tenham interesse e capacidade de continuar a atividade, consolidando a meliponicultura como uma atividade socialmente sustentável.

REFERÊNCIAS

ABELHA. Associação Brasileira de Estudos das Abelhas. **Atlas da meliponicultura no**

Brasil. 2023. Disponível em: <https://abelha.org.br/atlas-da-meliponicultura-no-brasil/>. Acesso em: 24 de maio 2024.

ALVES, Ana Paula; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde; CAROLINO, Jacqueline Alves. Sustentabilidade em agroecossistemas familiares: uma aplicação do MESMIS junto a produtores de hortifrutigranjeiros na microrregião de Sapé-PB. *In*: CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde; LIRA, Waleska Silveira (org.). **Indicadores de sustentabilidade em agroecossistema**: aplicações em diversos tipos de cultivo e práticas agrícolas no estado da Paraíba. Campina Grande: EDUEPB, 2016. p. 161-204.

ALTIERI, Miguel. **Agroecologia**: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 4. ed. Porto Alegre: Ed. da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004. 110p.

AMARAL, Tiago; FELIPPSEN, Eduardo Alberto; MANDOTTI, Sônia Maria; SIMÃO, Daniel Ferreira; GIMENES, Gabriela Martines. O “quintais de mel”: a criação de abelhas sem ferrão como ferramenta de educação ambiental. **Revista Extensão & Cidadania**. v 9i. n 15. jan/jun, 2021. p. 187-198. Disponível em: <https://doi.org/10.22481/recuesb.v9i15.8714>. Acesso em: 30 ago. 2021.

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

BARBIÉRI, Celso. Caracterização da meliponicultura e do perfil do meliponicultor no estado de São Paulo: ameaças e estratégias de conservação de abelhas sem ferrão. 2018. 102 f. **Dissertação** (Mestrado) - Curso de Mestrado em Sustentabilidade Instituição de Ensino, Escola de Artes, Ciências e Humanidades da USP, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/100/100136/tde-17082018-123129/publico/BARBIERI.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2022.

BARBIÉRI, Celso; FRANCOY, Tiago Maurício. Theoretical model for interdisciplinary analysis of human activities: Meliponiculture as an activity that promotes sustainability. **Ambiente & Sociedade** (online), v. 23, p. 01-19, 2020.

BERGAMO, Pedro J.; WOLOWSKI, Marina; TAMBOSI, Leandro R.; GARCIA, Edenise; AGOSTINI, Kayna; GARIBALDI, Lucas A.; KNIGHT, Tiffany M.; LUGHADHA, Eimear Nic; OLIVEIRA, Paulo E. A. M.; MARQUES, Marcia C. M.. Areas Requiring Restoration Efforts are a Complementary Opportunity to Support the Demand for Pollination Services in Brazil. **Environmental Science & Technology**, [S.L.], v. 55, n. 17, p. 12043-12053, 23 ago. 2021. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/acs.est.1c02546>.

BRASIL. Lei n.º 9.394 de 20 de Dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**: Brasília, 1996.

BRASIL. Lei n.º 14.639, de 25 de julho de 2023. Institui a Política Nacional de Incentivo à Produção Melífera e ao Desenvolvimento de Produtos e Serviços Apícolas e Meliponícolas de Qualidade. **Diário Oficial da União**: Brasília, 2023.

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

CARNIATTO, Irene. Subsídios para um Processo de Gestão de Recursos Hídricos e Educação Ambiental nas Sub-bacias Xaxim e Santa Rosa, Bacia Hidrográfica Paraná III. **Tese** (Doutorado) - Doutora em Ciências Florestais do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. CURITIBA, 2007.

COSTA NETO, Walter (org.). **Água e polinização**: qual a importância dessa relação para a vida na Terra?. Rio de Janeiro: Funbio, 2014. 32 f. Disponível em: http://www.semabelhasemalimento.com.br/wp-content/uploads/2015/02/CARTILHA_agua_p_olinizacao_BAIXA.pdf. Acesso em: 30 ago. 2021.

FAO. Food and Agriculture Organization of The United Nations – (2024). **Crops and livestock products**. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>. Acesso em: 29 maio 2024.

FERRAZ, José Maria Gusman. In: MARQUES, J. F.; SKORUPA, L. A.; FERRAZ, J. M. G. (Ed.). **Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. 281 p. Parte I, cap.1, p. 15-35.

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

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

GIORDANI, Rubie José. **Criação racional de abelhas nativas sem ferrão**: meliponicultura. 1. ed. Joinville-SC: Clube de autores publicações S.A. 2021.

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

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**: Brasil, 2015. N.10. Rio de Janeiro. IBGE: 2015. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94254.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa da pecuária municipal** - 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/2041-np-producao-da-pecuaria-municipal/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=resultados>. Acesso em: 23 de maio 2024.

IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Leituras regionais**: mesorregião geográfica oeste paranaense. Curitiba: BRDE, 2003.

JAFFÉ, Rodolfo; POPE, Nathaniel; CARVALHO, Ailton Torres; MAIA, Ulysses Madureira; BLOCHTEIN, Betina; CARVALHO, Carlos Alfredo Lopes de; CARVALHO-ZILSE, Gislene Almeida; FREITAS, Breno Magalhães; MENEZES, Cristiano; RIBEIRO, Márcia de Fátima. Bees for Development: brazilian survey reveals how to optimize stingless beekeeping. **Plos One**, [S.L.], v. 10, n. 3, p. 1-21, 31 mar. 2015. Public Library of Science (PLOS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0121157>.

KERR, Warwick Estevam; CARVALHO, Gislene Almeida; SILVA, Alexandre Coletto da;

ASSIS, Maria da Glória Paiva de. Aspectos pouco mencionados da biodiversidade amazônica. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, v. 6, n. 12, p. 20-41, set. 2001.

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

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

MENEZES, Cristiano. A relação da agricultura com a atividade de criação de abelhas. In: NETO, Ayrton Vollet; MENEZES, Cristiano (org.). **Desafios e recomendações para o manejo e transporte de polinizadores**. Associação Brasileira de Estudos das Abelhas - A.B.E.L.H.A. São Paulo, 2018. p. 11-24.

NOGUEIRA-NETO, Paulo. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão**. São Paulo: Ed. Nogueirapis, 1997.

PALUMBO, Hermes Neri. **Nossas Brasileirinhas**: As Abelhas nativas. Curitiba, 2015. 69p.

PARANA (Estado). Agência Estadual de Notícias (ed.). **Produtores do Litoral formam associação para incentivar criação de abelhas sem ferrão**. 2024. Disponível em: <https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Produtores-do-Litoral-formam-associacao-para-incentivar-criacao-de-abelhas-sem-ferrao#:~:text=A%20meliponicultura%20consiste%20na%20cria%C3%A7%C3%A3o,Paranagu%C3%A1%20e%20Pontal%20do%20Paran%C3%A1>. Acesso em: 03 abr. 2024.

PARANÁ (Estado). Instituto Ambiental do Paraná - **IAP**. Plano de Conservação para Abelhas Sociais Nativas sem ferrão. Projeto Paraná Biodiversidade, 2009.

PARANÁ (Estado). Instituto Ambiental do Paraná - **IAP**. Portaria n.º 06 de 17 de janeiro de 2019. Regulamenta a Lei n.º 19.152/2017. Disponível em: https://celepar7.pr.gov.br/sia/atosnormativos/form_cons_ato1.asp?Codigo=4083. Acesso em 02 Ago. 2023.

PARANÁ (Estado). Lei n.º 19.152, de 02 de outubro de 2017. Dispõe Sobre Criação, Manejo, Comércio e Transporte de Abelhas Sociais Nativas. Curitiba-PR: **Diário Oficial da União**, 03 out. 2017a. p. 3-4. Disponível em: <https://www.agricultura.pr.gov.br/Pagina/Legislacao>. Acesso em: 27 fev. 2024.

PARANA (Estado). Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. **Associação de produtores de abelhas nativas conquista certificação federal**. 2017b. Disponível em: <https://www.agricultura.pr.gov.br/Noticia/Associacao-de-produtores-de-abelhas-nativas-conquista-certificacao-federal>. Acesso em: 03 abr. 2024.

PARANÁ (Estado). Secretaria da agricultura e do abastecimento. **Câmara Técnica da Meliponicultura**. Disponível em: <https://www.agricultura.pr.gov.br/Pagina/Camara-Tecnica-da-Meliponicultura>. Acesso em: 04 jul. 2023.

RAMOS, Tatiana de Oliveira; SILVA, Gleyson Veloso da. Meliponicultura: a sociedade e a geração de renda. **Estudos avançados sobre saúde e natureza**, v. 1. 2021. Disponível em: <https://www.periodicojs.com.br/index.php/easn/article/view/318> Acesso em: 04 set. 2021.

SAMPIERI, Roberto Hernandez.: COLLADO, Carlos Fernandez, LUCIO, María del Pilar

Baptista: **Metodologia da Pesquisa**. Tradução: Daisy Vaz de Moraes, 5. ed., Porto Alegre: Penso, 2013.

SANTOS, Charles Fernando dos; BLOCHTEIN, Betina. Criação de abelhas sem ferrão: uma atividade sustentável. In: NETO, Ayrton Vollet; MENEZES, Cristiano (org.). **Desafios e recomendações para o manejo e transporte de polinizadores**. Associação Brasileira de Estudos das Abelhas - A.B.E.L.H.A. São Paulo, 2018. p. 65-81.

SCHÜHLI, Guilherme. Oito espécies de abelhas-sem-ferrão são identificadas em refúgio biológico no Paraná. EMBRAPA. **Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação**, 2024. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/87494522/oito-especies-de-abelhas-sem-ferrao-sao-identificadas-em-refugio-biologico-no-parana>. Acesso em: 28 mar. 2024.

VENTURIERI, Giorgio Cristino. **Criação de abelhas indígenas sem ferrão**. 2. ed. Belém: EMBRAPA, 2008.

VINUTO, Juliana. A amostragem em bola de neve na pesquisa qualitativa. **Temáticas**, [S.L.], v. 22, n. 44, p. 203-220, 30 dez. 2014. Universidade Estadual de Campinas. <http://dx.doi.org/10.20396/tematicas.v22i44.10977>

ZAMUDIO, Fernando; ALVAREZ, Leopoldo Jesús. **Guia etnotaxonômico ilustrado das abelhas sem ferrão da Tríplice Fronteira** (Argentina, Paraguai, Brasil). Foz do Iguaçu: EDUNILA, 2022. 167 p.

CONSIDERAÇÕES FINAIS GERAIS

Os resultados desta pesquisa, desenvolvida entre 2022 e 2024, corroboram a tese que a meliponicultura na Região Oeste do Paraná possui potencial para ser considerada uma atividade sustentável nas dimensões social, econômica e ambiental. O manejo de abelhas-sem-ferrão tem se mostrado relevante ao fomentar a integração entre ambientes urbanos e rurais, ao promover a geração de renda com baixo custo de produção e ao contribuir para a preservação da biodiversidade local, por meio da polinização realizada por diversas espécies. Além disso, a atividade permite a continuidade e a valorização de saberes tradicionais, articulando-os com o conhecimento científico, o que reforça sua importância no contexto da sustentabilidade socioambiental da meliponicultura.

No primeiro artigo, analisamos a evolução do conhecimento científico sobre o tema, entre 1993 e 2022, utilizando a análise bibliométrica para avaliar o progresso das pesquisas na área, e identificar as tendências e as lacunas que ainda precisam ser abordadas para se fortalecer ainda mais o campo de estudo. Os dados reforçam a necessidade de uma abordagem interdisciplinar, conectando a meliponicultura às problemáticas ambientais, econômicas e sociais.

No segundo artigo, apresentamos uma revisão bibliográfica que identificou 174 indicadores de sustentabilidade, os quais fundamentaram a metodologia aplicada na pesquisa de campo do terceiro artigo. A experiência de outros pesquisadores contribuiu para a definição dos indicadores e dos critérios de diagnóstico utilizados no MESMIS – Marco para Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade.

Encerrando a tese, os dados empíricos coletados em 58 propriedades evidenciaram a diversidade de perfis e as motivações dos meliponicultores, que praticam a atividade por razões ambientais, de conservação de espécies e de geração de renda. Apesar das limitações observadas, como a carência de assistência técnica especializada e a ausência de estruturação econômica da cadeia produtiva, destaca-se a satisfação geral dos meliponicultores com a atividade, principalmente, por seu papel na conservação dos ecossistemas e na valorização de práticas culturais locais.

Conclui-se que a meliponicultura na Região Oeste do Paraná tem potencial para se consolidar como uma atividade socioeconomicamente viável e

ambientalmente sustentável. No entanto, esta pesquisa ressalta a necessidade de investimentos em políticas públicas de incentivo, a começar pela ampla divulgação da Lei n.º 14.639, de 25 de julho de 2023, que apoia a produção melífera, oferece incentivos financeiros e regulamenta a prática da meliponicultura em todo o território nacional. Paralelamente, destaca-se a urgência da formação técnica especializada e do fortalecimento das redes de cooperação entre meliponicultores. Assim, esta pesquisa contribui não apenas para a compreensão da realidade local, mas também para indicar caminhos que podem orientar futuras investigações e ações voltadas ao desenvolvimento sustentável da atividade.

APÊNDICE

QUESTIONÁRIO

Olá, meliponicultor(a)!

Agradecemos por contribuir com nossa pesquisa sobre a sustentabilidade da meliponicultura na Região Oeste do Paraná.

O questionário é breve e suas respostas serão usadas apenas pelos pesquisadores. Se preferir, pode optar por responder de forma anônima ou identificada, com total sigilo garantido.

Importante! As questões marcadas com um asterisco (*) requer resposta para avançar. Caso queira revisar alguma resposta, utilize os botões "voltar" ou "próxima".

Para concluir, basta clicar em "enviar" que aparecerá na última seção.

Pesquisador: Tiago Amaral, Doutorando em Desenvolvimento Rural Sustentável pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE e professor do Instituto Federal do Paraná.

Orientadora: Professora Dra. Irene Carniatto.

Link: <https://forms.gle/TQDa9gk4wZWfQHY88>

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE -
CEP Parecer de Autorização da Pesquisa: nº 6.083.119

Link:

<https://docs.google.com/uc?export=download&id=1DbKDS789yPXrg69rNFQ44DaekW9M9qWe>

Após ler e se informar sobre os termos desta pesquisa, você concorda em participar?

- () Sim, concordo e desejo participar da pesquisa
() Não aceito participar da pesquisa.

QUESTÕES GERAIS:

1. O que te motiva criar abelhas-sem-ferrão?

Pode selecionar mais de uma alternativa

Contribuir com a conservação e preservação das abelhas
Gerar renda com a meliponicultura
Educação ambiental

Pesquisa
 Passatempo
 Outros

Se marcou "outros" ou desejar, por favor, explique quais são os seus motivos.

2. Onde você cria as abelhas-sem-ferrão?

- () somente no ambiente rural
- () somente no ambiente urbano
- () no ambiente rural e urbano

3. Em qual município do Oeste Paranaense está localizado o seu meliponário?

DIMENSÕES SOCIAIS DA MELIPONICULTURA

1. Qual a sua formação educacional?

- 1 Analfabeto e pré-escolar
- 2 Ensino fundamental completo
- 3 Ensino médio completo
- 4 Ensino superior incompleto
- 5 Ensino superior completo

2. E quanto à qualificação profissional na área da meliponicultura

- 1 A qualificação profissional é desnecessária
- 2 Não faz e não tem conhecimento e experiência
- 3 Não faz, mas tem conhecimento/experiência
- 4 Faz capacitações ou treinamentos ocasionais
- 5 Faz capacitações ou treinamentos periodicamente

3. Quanto a organização geral do seu sistema de manejo

- 1 Ainda não possui uma estrutura padrão para o manejo das atividades
- 2 Estou organizando uma estrutura para realizar o manejo das abelhas
- 3 Já tenho uma organização para o manejo, mas necessita de melhorias
- 4 Tenho um meliponário padrão, mas sem disponibilidade de pasto apícola e água para as abelhas
- 5 Tenho um meliponário padrão com muita disponibilidade de pasto apícola e água para as abelhas

4. Quanto a sua autonomia e tomadas de decisões que surgem no dia a dia em relação a meliponicultura

- 1 Sem poder de decisão. Segue determinações de empresas/cooperativas integradoras
- 2 Resolve as demandas, mas precisa do apoio técnico ou operacional

3 Quase sempre que surgem demandas, toma as decisões por conta, mas algumas prejudicam o manejo

4 Decide grande parte das demandas, mas tem algumas limitações

5 Tem total poder de decisão

5. avalia a capacidade de acompanhar adaptações e inovações tecnológicas na meliponicultura

1 Não acompanha

2 Acompanha, mas com dificuldades

3 Acompanha dentro do possível

4 Acompanha sempre

5 Além de acompanhar, sempre busca novas tecnologias

Existe alguma estratégia de inovação que você mesmo desenvolveu para melhoria no seu sistema? Conte-nos sobre isso.

6. Qual o seu nível de satisfação com a atividade da meliponicultura

Totalmente insatisfeito (0 a 2)

Insatisfeito (3 a 4)

Indiferente (5 a 6)

Satisfeito (7 a 8)

Totalmente satisfeito (9 a 10)

7. Atualmente, como você avalia a expectativa em permanecer na meliponicultura?

1 Em processo de saída da atividade

2 Com outra atividade disponível, aguardando oportunidade para saída

3 Está buscando outra atividade

4 Caso houvesse outra oportunidade sairia da atividade

5 Não pensa em deixar a atividade

Quais problemas você sente que atrapalham um melhor desempenho de sua produção com as abelhas?

8. Como você avalia a expectativa dos herdeiros em permanecer na atividade?

1 Não possui herdeiros

2 Herdeiros sem interesse em continuar com a atividade

3 Continuidade das atividades pelos herdeiros ainda não discutida

4 Possivelmente haverá algum herdeiro para assumir as atividades

5 Já há herdeiro engajado nas atividades

Quantos filhos tem?

9. Recebe assistência técnica para o desenvolvimento da meliponicultura?

1 Nunca recebi assistência técnica

- 2 Recebo assistência de vídeos na internet
- 3 Recebi assistência técnica profissional somente no início da atividade
- 4 Assistência Técnica recorrente por instituições públicas ou sem fins lucrativos
- 5 Assistência Técnica sempre que necessário, por cooperativas ou empresas privadas

10- Quanto ao conhecimento e uso das normas e legislações da meliponicultura?

- 1 Não conheço as normas e leis que regulamentam a meliponicultura
- 2 Conheço as normas e leis, mas não acredito que elas ajudem
- 3 Conheço e aplico todas as normas e leis necessárias para a manutenção da atividade

DIMENSÕES ECONÔMICAS DA MELIPONICULTURA

1. Quanto ao financiamento das atividades da meliponicultura, como define suas condições de acesso ao crédito?

- 1 Tem dificuldades ou não tem acesso
- 2 Tem acesso, utiliza, e não consegue pagar
- 3 Tem acesso, utiliza, e tem dificuldades para pagar
- 4 Tem acesso, utiliza, e paga em dia
- 5 Tem acesso, mas não utiliza

2. Qual sua avaliação atual em relação ao grau de rentabilidade que a meliponicultura lhe proporciona?

- 1 A meliponicultura nunca me deu retorno financeiro
- 2 Piorou um pouco, às vezes tenho algum retorno financeiro
- 3 Continua do mesmo jeito
- 4 Melhorou um pouco, pois não perco nem ganho dinheiro
- 5 Melhorou consideravelmente, pois consigo ter uma boa rentabilidade

3. Qual é a frequência de entrada de recursos financeiros em suas receitas, proveniente das atividades da meliponicultura?

- 1 Não recebe dinheiro proveniente da meliponicultura
- 2 Recebe dinheiro com pouca frequência
- 3 Recebe dinheiro apenas em cada semestre
- 3 Recebe dinheiro a cada 2 ou 3 meses
- 5 Recebe dinheiro mensalmente ou com maior frequência

4. Os recursos obtidos pela Meliponicultura representa qual percentual de seu orçamento geral familiar?

- 1 Entre 100 a 75% do orçamento familiar
- 2 Entre 75 a 50% do orçamento familiar
- 3 Entre 50 a 25% do orçamento familiar
- 4 Entre 25 a 10% do orçamento familiar

5 Até 10% do orçamento familiar

5. Em que medida os recursos de todas as receitas são comprometidos com parcelas de dívidas somadas (dívidas com a produção e dívidas com despesas pessoais)?

- 1 Acima de 30% das receitas
- 2 Entre 20 e 30% das receitas
- 3 Entre 10 e 20% das receitas
- 4 Até 10% das receitas
- 5 Não tem dívidas relacionadas à produção

6. Há necessidade de injetar recursos de outras fontes, do seu emprego ou aposentadoria para a manutenção da atividade da meliponicultura?

- 1 Sim, extremamente necessário
- 2 Sim, contribui para o fluxo financeiro
- 3 Não há entrada de recursos externos às atividades da meliponicultura
- 4 Não é necessário, mas são utilizados recursos para investimentos
- 5 Não é necessário, os retornos com a meliponicultura já mantém a atividade

7. A mão de obra familiar é suficiente para realizar as atividades implementadas?

- 1 Insuficiente, com necessidade de reduzir atividades
- 2 Estável - Com perspectiva de diminuição no médio prazo (5 anos)
- 3 Estável - Com contratações temporárias de terceiros
- 4 Estável - Está sendo possível manter as atividades
- 5 Suficiente, com possibilidade de ampliar atividades

8. Quanto a sua participação em associações e outras instituições

- 1 Sem vinculação com associações, sindicatos ou cooperativas
- 2 Participa passivamente de associação, sindicato ou cooperativa, mas considera não estar sendo beneficiado por fazer parte da entidade coletiva
- 3 Participa passivamente da associação, sindicato ou cooperativa, e considera estar sendo beneficiado por fazer parte da entidade coletiva
- 4 Participa ativamente de associação, sindicato ou cooperativa, mas considera não estar sendo beneficiado por fazer parte da entidade coletiva
- 5 Participa ativamente de associação, sindicato ou cooperativa, e considera estar sendo beneficiado por fazer parte da entidade coletiva

9. Quanto a disponibilidade de acesso aos mercados e canais de comercialização dos produtos da meliponicultura

- 1 Tem grande dificuldade para comercializar sua produção. Está distante e desconectado dos mercados
- 2 Comercializa a produção apenas com atravessadores

- 3 Comercializa a produção apenas com empresas (integradoras ou não) ou cooperativas
- 4 Possui mais de um canal de comercialização para sua produção
- 5 Possui acesso a vários canais de comercialização para sua produção, e participa de redes de integração e fomento a comercialização

10. Registro das atividades na Agência de Defesa Agropecuária do Paraná - ADAPAR

- 1 Não tem o registro e não vê necessidade da ADAPAR e do IAT
- 2 Não tem o registro mas sabe da necessidade de se cadastrar
- 3 Em processo de cadastro das atividades na ADAPAR
- 4 Tem cadastro mas não está atualizado
- 5 Tem cadastro e está atualizado conforme determina a regulamentação do Instituto Água e Terra - IAT

DIMENSÕES AMBIENTAIS DA MELIPONICULTURA

1. Sobre a origem das espécies de abelhas criadas em sua propriedade no Paraná

- 1 Crio somente abelhas nativas de outras regiões do país, fora da Região Sul
- 2 Crio nativas do Sul e espécies de outras regiões
- 3 Crio somente espécies nativas da Região Sul e do Paraná

2. Existe vegetação de mata nativa ou não nativa na propriedade ou perto dela? (A 3 Kms ou menos)

- 1 Não existe mata nativa nas proximidades da propriedade
- 2 Existe, mas está afastada da propriedade
- 3 Sim e está integrada às minhas culturas na propriedade

3. Qual procedimento costuma utilizar no controle de pragas e doenças no manejo dentro da meliponicultura?

- 1 Usa produtos químicos intensivamente e sem receituário agrônomo ou veterinário
- 2 Usa produtos conforme a necessidade e com receituário de um profissional
- 3 Faz manejo quando necessário, mas deixa o controle por conta das abelhas

4. Caso tenha alguma atividade agrícola na propriedade, diga como tem sido a utilização de inseticidas e herbicidas na propriedade?

- 1 Utiliza sem análise agrônoma da necessidade de uso e dosagem, ou não autorizados
- 2 Utiliza pacotes de agroquímicos predefinidos, independente de real necessidade
- 3 Utiliza com análise agrônoma e prescrição de dosagem
- 4 Utiliza parcialmente químicos e biológicos
- 5 Não utiliza agrotóxicos

5. Além da meliponicultura, possui diversificação de atividades agropecuárias em sua propriedade? Se sim, conte-nos a respeito.

6. Qual a origem de água na propriedade?

- 1 Água tratada da SANEPAR
- 2 Poço semi-artesiano ou artesiano
- 3 Poço raso
- 4 Córrego/rio
- 5 Nascente/mina

7. Qual a disponibilidade de água na propriedade?

- 1 Falta com frequência
- 2 Falta eventualmente
- 3 Falta em períodos prolongados de seca
- 4 Falta quando há problemas técnicos na rede ou distribuição
- 5 Raramente falta

8. Como avalia a qualidade da água utilizada na propriedade considerando às fontes de acesso, tais como o sistema de tratamento, localização e proteção das fontes e nascentes?

- 1 Muito ruim (0 a 2)
- 2 Ruim (3 a 4)
- 3 Média (5 a 6)
- 4 Boa (7 a 8)
- 5 Excelente (9 a 10)

Compartilhe alguma experiência ou sugestão que julga importante.

Nome completo (opcional)

Informação de Contato (Opcional)

endereço de e-mail, número de telefone, ou perfil de rede social

OBRIGADO!

Agradecemos muito a sua participação! Suas respostas são muito importantes para ampliar o conhecimento sobre a meliponicultura, além de gerar dados que possam ajudar a atividade a crescer e se desenvolver!