



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS



CARLOS ANTONIO LIRA FELIPE NETO

**SUSTENTABILIDADE APÍCOLA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: DESEMPENHO
FAVORÁVEL DE SISTEMAS APÍCOLAS MIGRATÓRIOS EM DETRIMENTO DE
FIXISTAS**

CAMPINA GRANDE-PB
2019

CARLOS ANTONIO LIRA FELIPE NETO

SUSTENTABILIDADE APÍCOLA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: DESEMPENHO FAVORÁVEL DE SISTEMAS APÍCOLAS MIGRATÓRIOS EM DETRIMENTO DE FIXISTAS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais (PPGRN) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Doutor em Recursos Naturais.

Orientador: Prof. Dr. Francisco de Assis Salviano de Sousa.

CAMPINA GRANDE-PB
2019

F315s Felipe Neto, Carlos Antonio Lira.
Sustentabilidade apícola no semiárido brasileiro: desempenho favorável de sistemas apícolas migratórios em detrimento de fixistas / Carlos Antonio Lira Felipe Neto. – Campina Grande, 2019.
225 f. : il. color.

Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2019.
"Orientação: Prof. Dr. Francisco de Assis Salviano de Sousa".
Referências.

1. Sustentabilidade. 2. Apicultura Fixista. 3. Apicultura Migratória. 4. Mesmis. 5. Semiárido Brasileiro. I. Sousa, Francisco de Assis Salviano de. II. Título.

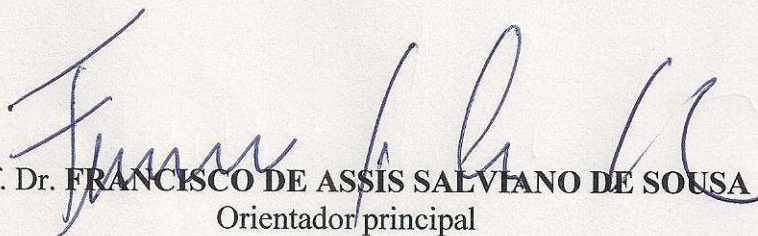
CDU 638.1(043)

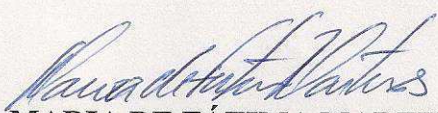
CARLOS ANTONIO LIRA FELIPE NETO

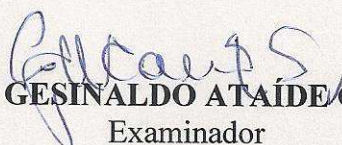
“SUSTENTABILIDADE APÍCOLA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: DESEMPENHO FAVORÁVEL DE SISTEMAS APÍCOLAS MIGRATÓRIOS EM DETRIMENTO DE FIXISTAS”.


APROVADO(A) EM: 02/04 2019


ASSINATURA DA BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. FRANCISCO DE ASSIS SALVIANO DE SOUSA
Orientador principal


Profª. Drª. MARIA DE FÁTIMA MARTINS
Examinadora


Prof. Dr. GESINALDO ATAÍDE CÂNDIDO
Examinador


Profª. Drª. ADRIANA EVANGELISTA RODRIGUES
Examinadora


Profª. Drª. DEBORA COELHO MOURA
Examinador

AGRADECIMENTOS

Não existe conquista sem desafios, porém quando os desafios são superados de forma coletiva a conquista se materializa mais facilmente. Nesta experiência científica, por exemplo, os suportes familiar, acadêmico, institucional e financeiro foram inestimáveis. Sendo assim, não poderia deixar de registrar o quanto sou grato:

A Deus, pelo fortalecimento da minha fé;

A minha família, minha mãe Ana, meu pai Joseildo, minha irmã Katiana, meu irmão Neto, minha vó Benigna, minha bisavó Estela e, especialmente, minha noiva Xaila, a qual me acompanha e me apoia diariamente, inclusive, fez-se presente em todas as fases desta descoberta científica. Parafraseando o filósofo Sócrates: só sei que nada sou sem vocês;

Ao meu orientador, Prof. Dr. Francisco de Assis Salviano de Sousa, pelos ensinamentos, pela paciência, pela disponibilidade e pela confiança;

Aos apicultores fixistas e migratórios, pela recepção, pela atenção e pela contribuição valiosa para este estudo. Vocês protagonizaram cada página desta Tese;

A Cooperativa de Apicultores de Catolé do Rocha (COOAPIL), em especial ao seu presidente; o seu apoio foi indispensável para a concretização dos passos realizados;

Ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais (PPGRN) pela oportunidade, aos funcionários e ao corpo docente. Especialmente, agradeço aos professores Dr. Gesinaldo Ataíde Cândido pelos ensinamentos e colaborações e Dr. Carlos Antonio Costa dos Santos pela condução quando exerceu a coordenação do curso e pela disponibilização do GPS;

Ao Laboratório de Inspeção de Produtos de Origem Animal (LIPOA) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), em especial ao professor Dr. Jean Berg Alves da Silva pela disponibilização do seu espaço e equipamentos, e a Dra. Carolina de

Gouveia Mendes da Escóssia Pinheiro pelo imprescindível apoio na condução das análises de mel;

A Universidade Federal de Campina Grande pelos suportes físico, pessoal e financeiro. Este, em particular, ofertado pelo Programa de Apoio à Pós-Graduação (PROAP), o qual contribuiu consideravelmente para a realização da pesquisa de campo;

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida;

Aos membros das bancas de qualificação e de defesa desta Tese pelas preciosas contribuições;

Aos colegas de classe pela partilha de conhecimento durante as disciplinas e pelos momentos de distrações;

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste doutoramento.

SUSTENTABILIDADE APÍCOLA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: DESEMPENHO FAVORÁVEL DE SISTEMAS APÍCOLAS MIGRATÓRIOS EM DETRIMENTO DE FIXISTAS

FELIPE NETO, CARLOS ANTONIO LIRA. **Sustentabilidade apícola no Semiárido brasileiro**: desempenho favorável de sistemas apícolas migratórios em detrimento de fixistas. 225 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2019.

RESUMO: O direcionamento de sistemas agropecuários em bases sustentáveis tem sido requisitado na atualidade, particularmente, quando ameaças internas e/ou externas têm contribuído para o acionamento de rotas insustentáveis. Tal situação pode ser agudizada em razão da variabilidade climática, realidade do Semiárido brasileiro. Nesse ambiente, destaca-se o segmento apícola, desenvolvido através da apicultura fixista e da apicultura migratória, cujas compreensões acerca das dimensões ambiental, social e econômica precisam ser consubstanciadas e comparadas cientificamente. Sendo assim, este estudo teve como objetivo avaliar comparativamente o nível de sustentabilidade de sistemas apícolas fixistas e migratórios, em ambiente Semiárido do Brasil, mediante aplicação do *Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad* (MESMIS). Esta pesquisa, classificada como qualitativa e quantitativa, foi conduzida pela ferramenta MESMIS no período de 2017 e 2018. Essa aplicação foi possibilitada pela harmonização do aporte teórico, de entrevistas semiestruturadas, de análises laboratoriais, de registros fotográficos e do olhar observador dos pesquisadores. Sendo assim, foram selecionados e caracterizados 19 sistemas apícolas (sendo 15 fixos e 4 migratórios), cuja base de dados primários e secundários permitiram o apontamento de nove pontos críticos (assistência pública, associativismo, autonomia, capacitação, manejo, qualidade da paisagem, qualidade de vida, produtividade apícola e variabilidade climática), bem como a proposição de 25 indicadores. Esses indicadores foram mensurados obedecendo uma escala de notas (0 e 3) e ponderados com base no Método de Análise Hierárquica (AHP), gerando subíndices e índices mediante normalizações. A sistematização dos resultados considerou os atributos de sustentabilidade, os critérios de diagnóstico e as dimensões da sustentabilidade. Com base no suporte teórico-metodológico adotado, conclui-se que o sistema apícola migratório apresentou desempenho de sustentabilidade (estado ótimo) mais favorável do que o fixista (situação estável) com diferença significativa ($p < 0,01$), resultado de autonomia elevada, de pastos apícolas permanentes e sem uso de agrotóxico, de baixa perda de colmeias, de produtividade considerável de mel e de segurança financeira. Tais aspectos foram evidenciados de forma fragilizada pelos sistemas apícolas fixistas. Sugere-se, portanto, que as limitações apontadas sejam corrigidas, conjuntamente, pelo poder público, iniciativas privadas, instituições de ensino, organizações comunitárias e famílias apicultoras, viabilizando a redução de riscos insustentáveis futuros e a consolidação da apicultura como uma atividade sustentável para o Semiárido brasileiro.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Apicultura fixista. Apicultura migratória. MESMIS. Método de Análise Hierárquica (AHP). Semiárido brasileiro.

BEEKEEPING SUSTAINABILITY IN BRAZILIAN SEMIARID: FAVORABLE PERFORMANCE OF MIGRATORY BEEKEEPING SYSTEMS TO THE DETRIMENT OF FIXED

FELIPE NETO, CARLOS ANTONIO LIRA. **Beekeeping sustainability in brazilian Semiarid:** favorable performance of migratory beekeeping systems to the detriment of fixed. 225 f. Thesis (Doctorate in Natural Resources) – Federal University of the Campina Grande, Campina Grande, 2019.

ABSTRACT: The conduction of livestock and agricultural systems on a sustainable basis has been demanded nowadays, particularly when internal and/or external threats have contributed to avoid triggering unsustainable paths. Such situation can be complicated by the climatic variability, the reality of the brazilian Semiarid. In this environment, highlighting the beekeeping segment, developed through of fixed beekeeping and migratory beekeeping, whose understandings about the environmental, social and economic dimensions need to be scientifically substantiated and compared. Therefore, this study aimed to evaluate comparatively the level of sustainability of fixed and migratory beekeeping systems in the semiarid environment of Brazil, against application the Framework for the Evaluation of Natural Resource Management Systems incorporating Sustainability Indicators (MESMIS). This research, characterized qualitative and quantitative, was conducted by MESMIS in period 2017 and 2018. This application was possible by the harmonization of the theoretical contribution, semistructured interviews, laboratory analyzes, photographic records and direct observation of the researchers. Thus, 19 beekeeping systems (15 fixed and 4 migratory) were selected and characterized, whose primary and secondary database allowed the identification of nine critical points (public assistance, associativism, autonomy, capacity, management, landscape quality, quality of life, beekeeping productivity and climatic variability), as well as the proposition of 25 indicators. These indicators were measured according to a scale of grades (0 and 3) and weighted based on the Analytic Hierarchy Process (AHP), generating subscripts and indexes against normalizations. The systematization of results considered the attributes of sustainability, the diagnostic criteria and the dimensions of sustainability. Considering the theoretical and methodological support adopted, this study concludes that the migratory beekeeping system presented a more favorable performance than the fixed one (stable situation) with a significant difference ($p < 0.01$), a result of high autonomy, of permanent beekeeping pasture and without the use of pesticides, low loss of beehives, considerable productivity of honey and financial security. These aspects were evidenced with fragility by the fixed beekeeping systems. Therefore, this scenario suggests that the proposed limitations be corrected together by the public power, private initiatives, educational institutions, community organizations and beekeeping families, enabling the reduction of future unsustainable risks and the consolidation of beekeeping as a sustainable activity for the brazilian Semiarid.

Keywords: Sustainability. Fixed beekeeping. Migratory beekeeping. MESMIS. Analytic Hierarchy Process (AHP). Brazilian Semiarid.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01.	Estrutura geral do MESMIS: relação entre atributos, pontos críticos, dimensões, critérios de diagnóstico e indicadores.....	36
Figura 02.	Ciclo avaliativo do MESMIS.....	37
Figura 03.	Integração entre polinização e sistemas naturais e agrícolas.....	40
Figura 04.	Abelha melífera ou doméstica (<i>Apis mellifera</i> L.), a espécie mais conhecida no mundo.....	46
Figura 05.	Esquemática de um sistema de produção apícola.....	50
Figura 06.	Famílias de abelhas com ocorrência no Brasil.....	56
Figura 07.	Desempenho da produtividade de mel entre as regiões brasileiras em 2014.....	58
Figura 08.	Produtividade de mel (Tonelada) entre os Estados do Nordeste brasileiro em 2014..	58
Figura 09.	Desempenho da produtividade de mel entre as Mesorregiões paraibanas em 2014..	59
Figura 10.	Localização dos sistemas apícolas fixistas.....	63
Figura 11.	Localização dos grupos familiares dos sistemas apícolas migratórios.....	64
Figura 12.	Ciclo avaliativo do método de estudo.....	67
Figura 13.	Tradução do estado de sustentabilidade em cores.....	78
Figura 14.	Resumo metodológico a partir da proposta MESMIS.....	79
Figura 15.	Representação de algumas ações concretizadas pela COOAPIL.....	84
Figura 16.	Carregamento de colmeias pelos apicultores migratórios.....	85
Figura 17.	Rota de migração das colmeias (SAM01, SAM02 e SAM03).....	86
Figura 18.	Rota de migração das colmeias (SAM04).....	87
Figura 19.	Mensuração do indicador “ambientação das colmeias”.....	113
Figura 20.	Sombreamento artificial e natural de colmeias.....	114
Figura 21.	Mensuração do indicador “conhecimento da flora apícola”.....	115
Figura 22.	Espécies florais de interesse apícola mencionadas pelos apicultores entrevistados..	116
Figura 23.	Mensuração do indicador “consumo de agrotóxico”.....	118
Figura 24.	Mensuração do indicador “disposição de resíduos”.....	120
Figura 25.	Mensuração do indicador “diversidade produtiva”.....	122
Figura 26.	Mensuração do indicador “nível de adaptação à seca”.....	124
Figura 27.	Representação de paisagens apícolas com base na escala de notas.....	125
Figura 28.	Mensuração do indicador “pastagem apícola”.....	126
Figura 29.	Diversidade de cultivos produzidos em bases agroecológicas pelo SAF05.....	127
Figura 30.	Mensuração do indicador “qualidade de mel”.....	130
Figura 31.	Placa com colônias de fungos.....	132
Figura 32.	Integração comparativa dos indicadores apícolas (dimensão ambiental).....	133
Figura 33.	Mensuração do indicador “acesso aos serviços de saúde”.....	135
Figura 34.	Mensuração do indicador “acesso aos serviços educacionais”.....	137
Figura 35.	Mensuração do indicador “autonomia do sistema apícola”.....	139

Figura 36.	Mensuração do indicador “nível de adaptação tecnológica”.....	141
Figura 37.	Práticas de manejo realizadas por apicultores do Sertão Paraibano.....	142
Figura 38.	Mensuração do indicador “nível de cooperativismo”.....	143
Figura 39.	Mensuração do indicador “nível de participação familiar”.....	145
Figura 40.	Mensuração do indicador “nível de satisfação apícola”.....	147
Figura 41.	Mensuração do indicador “suporte financeiro”.....	149
Figura 42.	Mensuração do indicador “suporte técnico”.....	151
Figura 43.	Integração dos indicadores de sustentabilidade apícola da dimensão social.....	152
Figura 44.	Mensuração do indicador “certificação de mel”.....	154
Figura 45.	Mensuração do indicador “dependência de insumos externos”.....	156
Figura 46.	Mensuração do indicador “escoamento da produção”.....	158
Figura 47.	Mensuração do indicador “lucratividade apícola”.....	160
Figura 48.	Mensuração do indicador “perda de colmeias”.....	162
Figura 49.	Caixas de abelhas despovoadas.....	163
Figura 50.	Mensuração do indicador “perfil do apicultor”.....	164
Figura 51.	Mensuração do indicador “produção de mel”.....	166
Figura 52.	Mensuração do indicador “custo de produção”.....	168
Figura 53.	Caminhões utilizados no transporte de colmeias pelo Nordeste brasileiro.....	169
Figura 54.	Integração dos indicadores de sustentabilidade apícola da dimensão econômica.....	170
Figura 55.	Estrutura de decisão hierárquica com base na dimensão ambiental.....	171
Figura 56.	Estrutura de decisão hierárquica com base na dimensão social.....	173
Figura 57.	Estrutura de decisão hierárquica com base na dimensão econômica.....	175
Figura 58.	Representação dos subíndices ambiental, social e econômico.....	177
Figura 59.	Classificação dos índices de sustentabilidade apícolas fixista e migratório.....	178
Figura 60.	<i>Box plot</i> dos índices de sustentabilidade dos sistemas apícolas investigados.....	180

LISTA DE QUADROS

Quadro 01.	Metas e proposições do desenvolvimento sustentável.....	25
Quadro 02.	Informações das principais ferramentas de avaliação da sustentabilidade para o setor agrário.....	32
Quadro 03.	Atributos e suas respectivas descrições.....	34
Quadro 04.	Descobertas que permitiram o desenvolvimento da apicultura.....	44
Quadro 05.	Espécies de abelhas sociais mais utilizadas comercialmente e suas principais características.....	45
Quadro 06.	Características principais de Subespécies de <i>Apis mellifera</i>	46
Quadro 07.	Síntese das principais potencialidades apícolas e suas utilidades para abelhas e sociedade.....	51
Quadro 08.	Fases históricas da criação de abelhas no Brasil.....	56
Quadro 09.	Escala fundamental de julgamento em grau de importância do método AHP.....	75
Quadro 10.	Características básicas dos sistemas apícolas fixistas estudados.....	83
Quadro 11.	Características básicas dos sistemas apícolas migratórios estudados.....	88
Quadro 12.	Características adicionais dos sistemas apícolas fixistas e migratórios estudados.....	89
Quadro 13.	Síntese descritiva de cada ponto crítico selecionado pelo estudo.....	102
Quadro 14.	Proposição de indicadores relacionados com o atributo produtividade.....	104
Quadro 15.	Indicadores relacionados com os atributos estabilidade, resiliência e confiabilidade.....	105
Quadro 16.	Proposição de indicadores relacionados com o atributo equidade.....	106
Quadro 17.	Proposição de indicadores relacionados com o atributo adaptabilidade.....	107
Quadro 18.	Proposição de indicador relacionado com o atributo autoconfiança.....	108
Quadro 19.	Integração entre atributos, critérios de diagnósticos, indicadores e pontos críticos.....	109
Quadro 20.	Estrutura geral do MESMIS adaptada para os sistemas apícolas investigados..	110
Quadro 21.	Métodos de medição e área de avaliação para cada indicador de sustentabilidade.....	111

LISTA DE TABELAS

Tabela 01.	Principais produtores mundiais de mel natural no ano de 2013.....	57
Tabela 02.	Principais produtores de mel da Paraíba no ano de 2014.....	60
Tabela 03.	Valor padrão do índice randômico (IR) de acordo com o número de critérios (N)..	77
Tabela 04.	Oferta de assistência técnica no Brasil por região em 2002 e 2017.....	92
Tabela 05.	Caracterização dos méis coletados nos sistemas apícolas fixos a partir de parâmetros microbiológicos, físico-químicos e sensorial.....	128
Tabela 06.	Caracterização dos méis coletados nos sistemas apícolas migratórios a partir de parâmetros microbiológicos, físico-químicos e sensorial.....	129
Tabela 07.	Resultado ponderado da dimensão ambiental.....	172
Tabela 08.	Resultado ponderado da dimensão social.....	174
Tabela 09.	Resultado ponderado da dimensão econômica.....	176
Tabela 10.	Apresentação dos subíndices e índices dos sistemas apícolas fixista e migratório.....	177
Tabela 11.	Resumo estatístico do Teste U de Mann-Whitney (<i>Wilcoxon Rank-Sun Test</i>)....	179

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVOS	21
2.1	OBJETIVO GERAL.....	21
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
3	REFERENCIAL TEÓRICO	22
3.1	PERSPECTIVAS ATUAL E FUTURA DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	22
3.2	AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE: REVELANDO SISTEMAS DE INDICADORES E OS SEUS DESAFIOS.....	26
3.3	AGRICULTURA E SUA CONEXÃO COM A SUSTENTABILIDADE.....	28
3.3.1	Sistemas de indicadores de sustentabilidade aplicados na agropecuária	31
3.3.1.1	O método MESMIS: abordagem e aplicações.....	33
3.4	O PAPEL DA POLINIZAÇÃO: CONTRIBUIÇÕES RECÍPROCAS ENTRE ABELHAS E PLANTAS.....	39
3.5	ABELHAS ATRAVÉS DO TEMPO: EVOLUÇÃO DE SISTEMAS NATURAIS PARA SISTEMAS PRODUTIVOS.....	41
3.6	HISTÓRICO DA APICULTURA BRASILEIRA: A MISCIGENAÇÃO E O APOGEU DAS ABELHAS AFRICANIZADAS.....	53
3.7	ABELHAS E FUTURO: UM CAMINHO INCERTO.....	60
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	63
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	63
4.2	FERRAMENTA DE ANÁLISE.....	66
4.2.1	Seleção e caracterização dos objetos de estudo (1º passo)	67
4.2.2	Definição de pontos críticos (2º passo)	70
4.2.3	Proposição de indicadores (3º passo)	71
4.2.4	Monitoramento e medição dos indicadores (4º passo)	71
4.2.5	Apresentação e integração dos resultados (5º passo)	73
4.2.6	Conclusão e recomendações (6º passo)	79
4.3	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	80
5	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	81
5.1	CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS APÍCOLAS (1º PASSO).....	81
5.2	DEFINIÇÃO DE PONTOS CRÍTICOS (2º PASSO).....	90
5.3	PROPOSIÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE APÍCOLA (3º PASSO).....	103
5.3.1	Sistematização com base nos atributos de sustentabilidade	103
5.3.1.1	<i>Produtividade</i>	103
5.3.1.2	<i>Estabilidade, resiliência e confiabilidade</i>	104
5.3.1.3	<i>Equidade</i>	106

5.3.1.4	<i>Adaptabilidade</i>	107
5.3.1.5	<i>Autoconfiança</i>	108
5.4	MONITORAMENTO E MEDIÇÃO DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE APÍCOLA (4º PASSO).....	110
5.4.1	Sistematização com base nas dimensões da sustentabilidade	112
5.4.1.1	<i>Dimensão ambiental e seus indicadores apícolas</i>	112
5.4.1.1.1	Ambientação das colmeias.....	112
5.4.1.1.2	Conhecimento da flora apícola.....	114
5.4.1.1.3	Consumo de agrotóxico.....	117
5.4.1.1.4	Disposição de resíduos.....	119
5.4.1.1.5	Diversidade produtiva.....	121
5.4.1.1.6	Nível de adaptação à seca.....	123
5.4.1.1.7	Pastagem apícola.....	125
5.4.1.1.8	Qualidade de mel.....	128
5.4.1.2	<i>Dimensão social e seus indicadores apícolas</i>	134
5.4.1.2.1	Acesso aos serviços de saúde.....	134
5.4.1.2.2	Acesso aos serviços educacionais.....	136
5.4.1.2.3	Autonomia do sistema apícola.....	137
5.4.1.2.4	Nível de adaptação tecnológica.....	140
5.4.1.2.5	Nível de cooperativismo.....	142
5.4.1.2.6	Nível de participação familiar.....	144
5.4.1.2.7	Nível de satisfação apícola.....	146
5.4.1.2.8	Suporte financeiro.....	147
5.4.1.2.9	Suporte técnico.....	150
5.4.1.3	<i>Dimensão econômica e seus indicadores apícolas</i>	153
5.4.1.3.1	Certificação de mel.....	153
5.4.1.3.2	Dependência de insumos externos.....	155
5.4.1.3.3	Escoamento da produção.....	157
5.4.1.3.4	Lucratividade apícola.....	159
5.4.1.3.5	Perda de colmeias.....	161
5.4.1.3.6	Perfil do apicultor.....	164
5.4.1.3.7	Produção de mel.....	165
5.4.1.3.8	Custo de produção.....	167
5.5	APRESENTAÇÃO E INTEGRAÇÃO DOS RESULTADOS (5º PASSO).....	170
5.5.1	Dimensão ambiental	171
5.5.2	Dimensão social	172
5.5.3	Dimensão econômica	174

5.5.4	Concepção dos índices de sustentabilidade apícolas	176
5.6	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES (6º PASSO)	180
5.6.1	Dimensão ambiental	181
5.6.2	Dimensão social	185
5.6.3	Dimensão econômica	187
6	CONCLUSÃO E DIRECIONAMENTOS FUTUROS	191
	REFERÊNCIAS	194
	APÊNDICE A. Matrizes de comparação AHP, normalizações e teste de consistência de cada dimensão da sustentabilidade (ambiental, social e econômica).....	214
	APÊNDICE B. Instrumento de pesquisa aplicado com os apicultores.....	217
	ANEXO A. Parecer de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa.....	221

1 INTRODUÇÃO

A segunda metade do século XX e início do século XXI têm permitido a sociedade vivenciar um cenário preocupante, repleto de discussões sobre os limites da natureza, que ganha a cada momento maior visibilidade em todo o mundo. Essa afluência de preocupações ambientais tem sido amparada por alguns acontecimentos importantes, dentre os quais podem ser lembrados: o alerta sobre a irresponsabilidade do uso abusivo de inseticidas evidenciado por Rachel Carson em seu livro “Primavera Silenciosa” (1962); a publicação do relatório do Clube de Roma em 1972, sob o título “Os limites do crescimento”; o aumento dos níveis de poluição, em decorrência do consumismo exacerbado; e a drástica sinalização sobre as mudanças climáticas, previstas pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC).

Esses acontecimentos impulsionaram a humanidade refletir sobre a necessidade de um novo modelo de desenvolvimento, capaz de respeitar a capacidade de carga dos recursos naturais para o presente e futuro, configurando-se como um dos maiores dilemas contemporâneos. Sob esse prisma, surge a noção de desenvolvimento sustentável divulgada pelo *Relatório Brundtland*, documento intitulado “Nosso Futuro Comum”, que propagou amplamente o termo a partir de 1987. Em outras palavras, o desafio planetário tem consistido no enfrentamento da preservação da natureza, da continuidade do crescimento econômico e da garantia da qualidade de vida humana. Esse desafio pode ser claramente reforçado mediante os objetivos do desenvolvimento sustentável, propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2015, enfatizando a missão de garantir a sustentabilidade do Planeta.

Especialmente no curso dos últimos anos, esse paradigma atual tem exigido uma reflexão maior sobre as dimensões ambiental, social e econômica acerca dos sistemas produtivos que têm garantido o desenvolvimento global. Nessa perspectiva, destaca-se o papel fundamental dos sistemas agropecuários, cuja temática tem merecido grande empenho da academia científica, das políticas públicas e da sociedade no geral, porque a crescente busca por alternativas mais lucrativas e inovações tecnológicas, características intrínsecas da Revolução Verde, tem muitas vezes ignorado os limites da natureza e da própria sociedade (EHLERS, 1994; ALMEIDA, 1997; ALTIERI, 2004). Tal entendimento tem revelado alterações nas

práticas de manejo dessas atividades produtivas e, possivelmente, o surgimento de questionamentos sobre os seus níveis de sustentabilidade.

Nesse contexto, evidencia-se a atividade apícola ou a apicultura (criação racional de abelhas da espécie *Apis mellifera* L.), associada normalmente como uma atividade sustentável, a qual tem sido desenvolvida, especialmente, de duas maneiras distintas: mediante sistemas apícolas fixistas, cujas colmeias encontram-se instaladas permanentemente num determinado lugar, e sistemas apícolas migratórios, cujas colmeias são transferidas para dois, três ou mais localidades diferentes (LIMA, 1979; COUTO; COUTO, 2006). Porém, a literatura tem revelado diversos problemas, tanto internos quanto externos, capazes de inviabilizar o desenvolvimento desses segmentos ao longo do tempo, sinalizando, portanto, possíveis situações de insustentabilidade.

Numa perspectiva globalizada, Potts et al. (2016) evidenciam que as mudanças climáticas, o uso do solo, o manejo inadequado de polinizadores, os agentes patogênicos, os pesticidas, as culturas geneticamente modificadas e as espécies exóticas invasoras têm se comportado como as principais complicações enfrentadas pelos polinizadores atualmente. Esses indutores antropogênicos têm contribuído para o declínio dos polinizadores em diversas partes do mundo, arriscando a segurança alimentar, a manutenção da diversidade de plantas silvestres, a estabilidade ecossistêmica, a qualidade de vida e o bem-estar humano (AIZEN; HARDER, 2009; GALLAI et al., 2009; GARIBALDI et al., 2013; POTTS et al., 2016) e, sobretudo, a sustentabilidade global.

Considerando o recorte geográfico brasileiro, a produtividade por colmeia ao ano continua sendo baixa quando comparada com o potencial apícola que ainda pode ser explorado (LORENZON et al., 2012), mesmo sabendo que a produção de 33.571 toneladas de mel garante ao Brasil a 11^a posição no *ranking* mundial (FAOSTAT, 2013). Essa capacidade reduzida de aproveitamento dos sistemas apícolas pode ser justificada por fragilidades presentes no planejamento, na organização e no gerenciamento técnico (SOARES NETO, 2011) mediante a necessidade de equipamentos aprimorados, dificuldades na comercialização dos produtos apícolas, ausência de unidades próprias certificadas (BARBOSA et al., 2011), baixa representatividade de associados, carência de flora apícola, baixa diversidade

produtiva e deficiências na capacitação dos envolvidos (LEGLER, 2008). Tais desafios têm sido vivenciados por muitas cadeias de produção apícola no Brasil.

Essa problemática quando associada com a variabilidade climática do Semiárido brasileiro pode retratar uma realidade ainda mais desafiadora. As estiagens prolongadas têm agravado drasticamente a situação das atividades agropecuárias nesse recorte geográfico. No caso particular da apicultura, a perda e a baixa produtividade de colmeias em anos secos podem, inclusive, limitar ou enfraquecer severamente o desenvolvimento da atividade apícola na região (VIDAL, 2013; 2017), especialmente dos sistemas fixistas, já que a alimentação das abelhas pode ser solucionada através da migração de colmeias para áreas com disponibilidade de pastos apícolas. Tal estratégia tem sido observada pelo comportamento natural das abelhas, as quais migram para áreas litorâneas onde o clima é mais ameno e muitas espécies vegetais florescem na época seca do ano (FREITAS; SOUSA; BOMFIM, 2007). Outrossim, estes autores ainda revelam que o excesso de chuvas no litoral provavelmente tem forçado o retorno migratório de colônias africanizadas ao Semiárido durante a estação chuvosa. Considerando esta perspectiva, sublinha-se que, em situações com escassez de recursos florais, o processo migratório conduzido pelo apicultor tem sido aconselhável mesmo considerando possíveis riscos à saúde e à longevidade das abelhas (SIMONE-FINSTROM et al., 2016).

Com base nos estudos de Vidal (2013; 2017), a redução dos índices pluviométricos dos últimos anos no Semiárido brasileiro (principalmente desde 2012) tem provocado um colapso na produção de mel em virtude da perda de enxames por abandono da colmeia, falta de sombreamento e manejo alimentar inadequado. Além disso, Costa (2015) evidencia outros agravantes no Estado da Paraíba, como: a falta de manejo de melgueiras, falta de higiene durante o processo de beneficiamento do mel, falta de calendário de flora apícola e localização inadequada de apiários. Essa conjuntura vivenciada em ambiente semiárido, onde a prática da apicultura (criação racional de abelhas africanizadas), tanto fixista quanto migratória, tem contribuído com a renda das famílias apicultoras de maneira principal ou complementar (SOUSA, 2013; BORGES et al., 2014), revela que a sustentabilidade desses sistemas se encontra ameaçada. Sendo assim, estudos direcionados para compreender os níveis

de sustentabilidade dos sistemas apícolas desenvolvidos nesse recorte geográfico têm sido urgentemente requisitados.

Sob essa ótica, destaca-se que não há um procedimento universal para avaliar a sustentabilidade de agroecossistemas, uma vez que cada um deles possui suas próprias especificidades. Isso pode ser visualizado com base nas diferentes ferramentas metodológicas disponíveis para tal finalidade (MARZALL, 1999; COSTA, 2010a). Dentre as ferramentas em uso, apresenta-se o *Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad* (MESMIS), um método considerado interdisciplinar e participativo (MASERA; ASTIER; LÓPEZ-RIDAURA, 1999), com baixa aplicabilidade no Brasil. Essa ferramenta foi selecionada como método chave por este estudo em razão da sua adaptabilidade a diferentes contextos produtivos (cabendo aos sistemas apícolas); do seu entendimento de sustentabilidade sob a perspectiva de atributos e valores ideais ou ótimos de indicadores; da necessidade de dados qualitativos e quantitativos; do seu envolvimento com os atores sociais na construção do conhecimento; e da ausência de sua aplicação com a apicultura.

Considerando o contexto edafoclimático do Semiárido e o processo de migração natural das abelhas africanizadas nesse espaço geográfico, a presente Tese sustenta que os sistemas apícolas migratórios são mais sustentáveis do que os sistemas apícolas fixistas. Para validação dessa premissa, inquietações científicas em torno da sustentabilidade ambiental, social e econômica desses sistemas produtivos no Semiárido brasileiro precisam ser solucionadas. Sendo assim, questiona-se: em que medida os sistemas de produção apícola dessa região podem ser considerados sustentáveis, mediante aplicação do MESMIS? Indaga-se ainda: até que ponto os sistemas apícolas migratórios são efetivamente mais sustentáveis do que os sistemas apícolas fixistas?

As respostas para esses questionamentos complementares motivam a pertinência deste projeto de doutoramento. Com este estudo, contribui-se cientificamente para a formulação de políticas públicas, capazes de possibilitar o desenvolvimento de sistemas apícolas com equilíbrio entre as dimensões ambiental, social e econômica. Ademais, a compreensão sobre os níveis de sustentabilidade que acometem a apicultura em ambiente Semiárido gera importantes esforços para corrigir

as falhas ou insustentabilidades cometidas. Registra-se, ainda, que essa avaliação, baseada em critérios de diagnósticos e indicadores de sustentabilidade conforme preconiza o MESMIS, permitiu: a validação do atual momento dos sistemas apícolas fixistas e migratórios; a identificação de suas potencialidades e desafios; a proposição de ações corretivas; e, sobretudo, contribuições para a consolidação de uma apicultura mais sustentável em uma região vitimada pela ação do homem, pela semiaridez e pelas drásticas projeções climáticas.

A literatura revela a atualidade e a pertinência de estudos sobre a utilização de indicadores de sustentabilidade na compreensão de fenômenos complexos. No campo de conhecimento desta Tese, algumas experiências têm buscando compreender a apicultura, exclusivamente, através de indicadores econômicos (OLIVEIRA et al., 2007; SOARES NETO, 2011; LORENZON et al., 2012; KOSHIYAMA et al. 2014), deixando muitas vezes de lado as dimensões sociais e ambientais que têm sido exigidas na discussão sobre sustentabilidade. Por outro lado, estudos realizados no Nordeste brasileiro têm demonstrado a necessidade de se compreender os níveis de sustentabilidade da apicultura (PINHEIRO, 2011; SOUSA, 2013; BORGES et al., 2014), evidenciando, portanto, os primeiros passos para se entender o fenômeno aqui explorado. Nesse sentido, esta Tese não permite apenas consubstanciar essas experiências científicas, mas também direcionar os sistemas apícolas avaliados para níveis de sustentabilidade mais aprimorados, estabelecendo, inclusive, qual modelo de criação de abelhas africanizadas (fixista ou migratória) tem contribuído de forma mais enérgica para o alcance da sustentabilidade no Semiárido brasileiro. Esses apontamentos revelam o caráter inédito desta Tese e sua relevante contribuição teórica para a apicultura sustentável nesse ambiente.

No quesito estruturação, este estudo encontra-se dividido em seis seções, além desta parte introdutória. A primeira delas assinala os objetivos (geral e específicos) deste estudo. A segunda transcreve o referencial teórico, o qual traz uma discussão de temas norteadores para esta investigação. A terceira abarca a descrição dos procedimentos metodológicos utilizados. Em consequente, a quarta seção explana a integração dos resultados levantados. Expõem-se, na sequência, a conclusão e os direcionamentos futuros. Por último, apresentam-se as referências utilizadas no embasamento científico deste estudo, seguidas de apêndices e anexo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Avaliar comparativamente o nível de sustentabilidade de sistemas apícolas fixistas e migratórios, em ambiente Semiárido do Brasil, mediante aplicação do *Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS)*.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Selecionar sistemas apícolas fixistas e migratórios da região Semiárida brasileira;
- Caracterizar sistemas apícolas fixistas e migratórios selecionados;
- Identificar pontos críticos, que afetam ou favorecem a sustentabilidade de sistemas apícolas, objetos deste estudo;
- Propor indicadores de sustentabilidade capazes de representar a realidade dos sistemas apícolas, levando em consideração o MESMIS e a vivência dos apicultores;
- Estabelecer parâmetros de medição dos indicadores selecionados, levando em consideração o aporte teórico, as entrevistas, a pesquisa de campo, o registro fotográfico e as análises laboratoriais;
- Monitorar os indicadores de sustentabilidade das dimensões ambiental, econômica e social sob o recorte temporal de 2016 e 2017;
- Mensurar os subíndices (ambiental, social e econômico) dos sistemas apícolas fixistas e migratórios;
- Mensurar os índices de sustentabilidade dos sistemas apícolas fixistas e migratórios;
- Comparar os níveis de sustentabilidade entre os sistemas apícolas fixistas e os sistemas migratórios, evidenciando a alternativa mais favorável sustentavelmente para o Semiárido brasileiro.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste referencial teórico, exploram-se os principais temas que foram fundamentais para o enriquecimento descritivo e científico deste projeto de doutoramento. Por esse caminho, buscam-se: dialogar as perspectivas atual e futura do desenvolvimento sustentável; destacar a importância da avaliação da sustentabilidade, bem como os seus sistemas de indicadores; revelar a conexão entre agricultura e sustentabilidade, explicitando os sistemas de indicadores aplicados nesse campo de conhecimento; apresentar o papel da polinização através da relação entre plantas e abelhas; situar as abelhas no tempo, externalizando o seu passado e presente; relatar como se deu o processo de miscigenação de abelhas no território brasileiro; apresentar dados de produção de mel; e por último, reforçar as principais ameaças que têm arriscado o futuro dos polinizadores.

3.1 PERSPECTIVAS ATUAL E FUTURA DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Ao longo dos últimos anos, uma intensa discussão científica tem envolvido as terminologias “Desenvolvimento” e “Meio Ambiente”. Esse interesse surgiu mediante o reconhecimento da “insustentabilidade” promovido pelo padrão de desenvolvimento das sociedades contemporâneas, que tem gerado inadequações de ordem social, ambiental e econômica (ALMEIDA, 1997). Por outra forma, a aparição dessa noção ganhou fundamentação no entendimento acerca dos “limites planetários” (“*planetary boundaries*”) (ARTAXO, 2014; MACE et al., 2014) e das injustiças sociais provocadas pelo então modelo predominante de desenvolvimento (ALMEIDA, 1997).

Em princípio, os termos “Desenvolvimento” e “Meio Ambiente” foram discutidos somente em 1971 no encontro Founex, o qual deu suporte para a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, em Estocolmo, no ano de 1972. Nessas ocasiões foram debatidas as dependências entre esses dois termos, cujos princípios divergiam. O primeiro deles, embasado nos preceitos do capitalismo, considerava que o desenvolvimento de nações e a qualidade de vida da população seriam inibidos caso houvesse a interrupção do uso dos recursos naturais. Já o segundo, proposto pelos chamados “pessimistas”, via a natureza de maneira debilitada à beira de um colapso, inviabilizando assim, qualquer forma de sua utilização. Mais tarde, uma série de encontros e relatórios internacionais foi realizada a fim de buscar um consenso

(SACHS, 2000). Por esse caminho, tanto valores ambientais quanto econômicos foram integrados dando origem a um novo pensamento sobre desenvolvimento na Era do Meio Ambiente, surgindo então o termo “desenvolvimento sustentável”.

O conceito de desenvolvimento sustentável que mais ganhou notoriedade no cenário internacional foi o proposto pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (1991, p. 44) como sendo: “aquele que satisfaz as necessidades do presente, sem comprometer a capacidade de as gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades”. Sob essa lógica, o núcleo principal do pensamento do desenvolvimento sustentável está alicerçado na ideia de três dimensões: ambiental, social e econômica (LEMOS; BARROS, 2007). Assim, para se atingir a sustentabilidade, faz-se preciso repensar os padrões dominantes do desenvolvimento global, de modo que esse “desenvolvimento precisa ser ambientalmente correto, socialmente justo, economicamente viável e culturalmente respeitoso das diferenças” (GADOTTI, 2009, p.57).

Na percepção de Smith (2012), o desenvolvimento sustentável precisa ser compreendido de maneira integrada, abrangendo as ciências naturais e humanas, buscando sempre melhorar o bem-estar e garantir a segurança alimentar, sem danos ao meio ambiente e/ou aumento do uso de recursos, e sem prejudicar a subsistência local. Este mesmo autor ainda esclarece que o foco pela busca da sustentabilidade tem sido a substituição do relato dos problemas pelo suporte efetivo e ativo de soluções, através de tecnologias específicas que valorizem as características de cada região.

A propagação desse conceito ganhou rapidamente unanimidade em todos os segmentos da sociedade, ocasionando um verdadeiro aprofundamento sobre seu real significado teórico e prático (VAN BELLEN, 2010). Atualmente, o desafio do paradigma do desenvolvimento sustentável tem sido ampliado, abrangendo interesses: em ambiente de complexidade das relações governo – sociedade, sociedade – sociedade, sociedade – indivíduo, sociedade – natureza e natureza – natureza; de forma local, porém em contexto global de demanda e pressão; com enfoque de integração dos componentes do desenvolvimento sustentável; e de forma a incorporar o componente temporal nas decisões, considerando as crescentes taxas

de poluição e redução da capacidade de resiliência dos ecossistemas (MALHEIROS; COUTINHO; PHILIPPI JUNIOR, 2012a).

Embora discussões sobre o desenvolvimento sustentável e a noção de sustentabilidade tenham ganhado destaque na atualidade, tanto de maneira específica quanto global, suas compreensões e seus alcances continuam em processo de construção e reconstrução. Na verdade, essas terminologias têm coberto uma escala complexa de ideias e significados, apresentando ambiguidades, inconsistências e contradições devido a sua utilização pelos diversos segmentos da sociedade (BARONI, 1992; LEMOS; BARROS, 2007).

Para Almeida (1997), o conceito de desenvolvimento sustentável, embora tenha sido bastante discutido nos últimos anos, continua com uma noção genérica e difusa, pouco precisa, transitando, portanto, em um campo emergente e que ainda se encontra vulnerável a diferentes concepções e definições. Todavia, esta autora acrescenta que mesmo abrigando uma série de concepções heterogêneas, o debate sobre esse conceito tem representado um grande avanço no campo das noções de desenvolvimento e nas abordagens tradicionais relativas à preservação dos recursos naturais.

Evidências crescentes e mudanças do mundo real têm demonstrado de forma convincente que a interação entre a humanidade e o meio ambiente tem transformado o sistema global, permitindo assim, a existência de uma nova época geológica – o Antropoceno (ELLIS et al. 2010; ARTAXO, 2014). Analisando essa nova Era geológica vivenciada pela sociedade atual, Griggs et al. (2013, p.306) propuseram uma nova definição para o desenvolvimento sustentável, como sendo "o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente, salvaguardando o sistema da Terra de suporte à vida, em que o bem-estar das gerações atuais e futuras depende".

Ademais, é interessante destacar que na cimeira das Nações Unidas no Brasil em 2012, popularmente conhecida como (Rio+20), diversos governos se comprometeram criar um conjunto de metas de desenvolvimento sustentável, que estaria integrado no seguimento das metas de desenvolvimento do milênio propostas pela ONU. Isso deveria ocorrer após o ano de 2015, entretanto, percebendo a urgência desse desafio, Griggs et al. (2013) propuseram seis possíveis metas de desenvolvimento sustentável, que são: vidas prósperas e meios de subsistência;

segurança alimentar sustentável; segurança hídrica sustentável; energia limpa universal; ecossistemas saudáveis e produtivos; e governança para sociedades sustentáveis (Quadro 01).

Quadro 01. Metas e proposições do desenvolvimento sustentável

Metas	Proposições
<i>1. Vidas prósperas e meios de subsistência</i>	Acabar com a pobreza e melhorar o bem-estar através de acesso à educação, ao emprego e à informação; melhorar a saúde e habitação; e reduzir a desigualdade enquanto se move em direção à produção e consumo sustentáveis.
<i>2. Segurança alimentar sustentável</i>	Acabar com a fome e alcançar, em longo prazo, a segurança alimentar - incluindo uma melhor nutrição - através de sistemas sustentáveis de produção, distribuição e consumo.
<i>3. Segurança hídrica sustentável</i>	Alcançar o acesso universal à água potável e ao saneamento básico, e garantir a eficiência na distribuição mediante a gestão integrada dos recursos hídricos.
<i>4. Energia limpa universal</i>	Melhorar acesso universal a energia limpa, minimizando a poluição local, impactos sobre a saúde e mitigação do aquecimento global.
<i>5. Ecossistemas saudáveis e produtivos</i>	Sustentar a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos através de uma melhor gestão, avaliação, medição, conservação e restauração.
<i>6. Governança para sociedades sustentáveis</i>	Transformar governança e instituições para enfrentar as outras cinco metas anteriores de desenvolvimento sustentável.

Fonte: Adaptado de Griggs et al. (2013).

Griggs et al. (2013) destacam que tais metas, propostas para o alcance do desenvolvimento sustentável, precisam ser mensuráveis, com base nas mais recentes pesquisas, bem como devem ser aplicadas em países desenvolvidos e em desenvolvimento. É sobre essa perspectiva, que também é reforçada a importância da realização da presente Tese, cuja temática focaliza ecossistemas saudáveis e produtivos (meta 5 conforme Quadro 01), mais especificamente os sistemas apícolas. Por essa vertente, considera-se que só é possível ter uma apicultura sustentável mediante a sustentação dos serviços ecossistêmicos ofertados pelas abelhas através de uma melhor gestão, avaliação, medição, conservação e restauração.

Assim, a avaliação da sustentabilidade tem se tornado uma necessidade, uma vez que a utilização desenfreada dos sistemas naturais tem gerado problemas cada vez mais complexos. Em virtude disso, diversas ferramentas têm sido desenvolvidas e aplicadas em contextos geográficos diversos e com objetos de estudo específicos (CÂNDIDO, 2010; PHILIPPI JUNIOR; MALHEIROS, 2012; CÂNDIDO; SILVA, 2015). Em outras palavras, têm surgido então os instrumentos metodológicos conhecidos como indicadores de sustentabilidade, cujo conhecimento acerca de suas características teóricas e práticas continuam em processo de aperfeiçoamento.

3.2 AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE: REVELANDO SISTEMAS DE INDICADORES E OS SEUS DESAFIOS

O termo indicador origina-se do latim "*indicare*", verbo que significa apontar. Na língua portuguesa, essa palavra significa: que indica ou serve de indicação (PASQUALE NETO, 2009). No contexto da sustentabilidade, o indicador pode ser compreendido como um instrumento que permite mensurar as modificações nas características de um sistema, e melhor, permite avaliar a sustentabilidade dos diferentes sistemas (DEPONTI; ECKERT; AZAMBUJA, 2002). Não diferente dessa concepção, Wackernagel e Rees (1996) ressaltam que os indicadores de sustentabilidade têm surgido como instrumentos de contabilidade ambiental. A partir deles, pode-se saber a "capacidade de carga" de um determinado sistema, isto é, o fluxo de matéria e energia, de entrada e saída. Isso revela a situação de unidades de análise em níveis sustentável ou insustentável.

Em princípio, a ideia de desenvolver indicadores para avaliar a sustentabilidade teve seu ponto de partida na Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, conhecida popularmente como "RIO-92", conforme registrado no capítulo 40 da Agenda 21. Tal registro enfatiza a necessidade da elaboração de indicadores robustos, que sejam capazes de mensurar e avaliar os sistemas, considerando os aspectos ambientais, econômicos, sociais, éticos e culturais, e que contribuam para uma sustentabilidade autorregulada dos sistemas integrados do meio ambiente e do desenvolvimento (SICHE et al., 2007).

A literatura carrega uma lista bastante variada de definições sobre indicadores, como bem expressa Costa (2010b). Grosso modo, esses conceitos podem ser sintetizados a uma medida que resume informações importantes sobre determinado fenômeno (MALHEIROS; COUTINHO; PHILIPPI JUNIOR, 2012b). Ademais, os indicadores de sustentabilidade têm se comportado como importantes instrumentos de avaliação da sustentabilidade, ora sendo isolados ora sendo combinados e condensados em forma de índices, ou ainda utilizados de maneira estruturada, mediante os modelos utilizados na avaliação (COSTA, 2010b). A fim de esclarecer melhor essa característica atribuída aos indicadores, Van Bellen (2007) revela que os indicadores de sustentabilidade podem ser considerados variáveis individuais ou uma

variável que é função de outras variáveis em virtude do seu nível de agregação ou percepção.

No decorrer dos últimos anos, sistemas de indicadores têm sido desenvolvidos em diversas partes do mundo com o objetivo de operacionalizar o conceito de desenvolvimento sustentável ou sustentabilidade. Nessa perspectiva, o estudo de Van Bellen (2007) merece ser destacado, pois apresentou uma profunda discussão sobre os métodos de avaliação do desenvolvimento mais promissores no contexto internacional. As ferramentas selecionadas nesta ocasião foram: o *Ecological Footprint Method* (Método da Pegada Ecológica); o *Dashboard of Sustainability* (Painel de Sustentabilidade) e o *Barometer of Sustainability* (Barômetro de Sustentabilidade).

Costa (2010b) revela ainda que os indicadores de sustentabilidade têm sido os instrumentos de avaliação da sustentabilidade mais encontrados na literatura e usados empiricamente. Entretanto, esta mesma pesquisadora pondera que a escolha do método precisa ser coerente com os objetivos da avaliação, sendo necessário ter clareza sobre: o que avaliar, como avaliar, por quanto tempo avaliar, por que avaliar, de que elementos consta a avaliação, e de que maneira serão expostos, integrados e aplicados os resultados para o melhoramento do perfil dos sistemas analisados. Tais questões precisam ser bem definidas a fim de evitar o comprometimento dos resultados.

É interessante salientar que o retrato fornecido pela indicação da sustentabilidade, apesar de ser otimista por considerar tecnologias avançadas e uma produtividade que interfere com intensidade nos recursos naturais, não representa claramente a realidade. Essa limitação tem acontecido porque essas metodologias requerem um elevado nível de manipulação de dados, exigindo grande conhecimento da ferramenta, mecanismos eficazes de coleta e ponderação dos dados (SICHE et al., 2007). Em razão disso, Van Bellen (2007) ratifica que os indicadores precisam ser analiticamente legitimados e estabelecidos dentro de um campo metodológico que apresente coerência em sua mensuração.

Portanto, os indicadores, embora apresentem certa imprecisão, têm expressado compromisso no que concerne à relação homem-natureza dentro do campo de desenvolvimento. Diante disso, merece ser enfatizado que cada vez mais

crece a necessidade de conhecer as particularidades dos diferentes sistemas, suas características e aplicações, bem como avaliar seus níveis de sustentabilidade (VAN BELLEN, 2007). Sob essa perspectiva, visualizam-se os sistemas agrícolas, uma temática que tem sido alvo de constantes questionamentos quanto ao seu nível de sustentabilidade, e que será explanada na próxima subseção.

3.3 AGRICULTURA E SUA CONEXÃO COM A SUSTENTABILIDADE

Dentre as atividades mais importantes e desenvolvidas pelo homem está a agricultura, cujo aperfeiçoamento dessa prática tem permitido uma maior produção de alimentos com a meta de atender o mercado globalizado. Sob essa abordagem, Ehlers (1994) esclarece que uma série de descobertas científicas e de avanços tecnológicos forma a base de um modelo produtivo agrícola que vem sendo praticado desde as últimas décadas. Este modelo, que também pode ser compreendido como agricultura “convencional” ou “moderna”, teve uma difusão maior na década de 1970, culminando o que se conhece por Revolução Verde.

Antes mesmo dessa maior difusão, por volta da década de 1960 diversos países latino-americanos já haviam se engajado na “Revolução Verde”, cujos alicerces têm sido fundamentados em princípios de aumento da produtividade através do uso intensivo de insumos químicos, de sementes geneticamente melhoradas com alto rendimento, da irrigação, da mecanização e dos pesticidas (EHLERS, 1994; ALMEIDA, 1997). Sobre o assunto, Altieri (1983) considera que os rendimentos elevados nos sistemas agrícolas modernos só conseguem ser sustentados em função da importação de recursos externos. Em outras palavras, o desenvolvimento desse tipo de produção tem sido alcançado através da criação em larga escala, de unidades de produção agrícolas especializadas. Assim, os ganhos de produtividade têm dependido diretamente da gestão intensiva e do uso ininterrupto de recursos e energia.

Em face desse cenário, destaca-se também que a Revolução Verde através da melhoria do desempenho dos índices de produtividade agrícola viabilizou o apogeu dos sistemas de monoculturas (EHLERS, 1994). Tal desenvolvimento no campo da agricultura foi justificado por vários fatores condizentes com o cenário mundial da época, como a crise no mercado de grãos alimentícios, o aumento do crescimento

demográfico e a previsão, em curto prazo, de uma provável catástrofe alimentar, que poderia inclusive ocasionar conflitos em certas regiões do mundo (ALMEIDA, 1997).

Essa Revolução, que embora esteja direcionada principalmente para produção vegetal, também refletiu significativamente sobre a produção animal. Neste caso, o aumento do confinamento e o melhoramento genético promoveram maiores desempenhos e ganhos produtivos. Isto pode ser constatado por meio do aprimoramento de todo sistema de produção, desde o preparo de ração, o incremento dos produtos veterinários e até a adaptação das condições ambientais nas estruturas de confinamento (EHLERS, 1994).

Se por um lado, o incremento tecnológico na área agropecuária trouxe significativos ganhos de produtividade, por outro, observa-se que todo esse desenvolvimento acarretou inúmeras consequências deletérias tanto para os sistemas agrícolas quanto pecuários. No setor agrícola, por exemplo, esse desenvolvimento foi acompanhado pela dilapidação das florestas tropicais e da biodiversidade, pelo declínio na variabilidade genética e na regulação biológica de pragas, pela salinização, pela erosão e degradação dos solos agrícolas, pela poluição e esgotamento dos recursos naturais não renováveis e por outros problemas ambientais (ALTIERIR, 1983; ALMEIDA, 1997). Já na pecuária, foi deflagrado o aumento de hormônios nos alimentos e decorrências ambientais, como altíssima concentração de efluentes orgânicos originários dos confinamentos intensivos (EHLERS, 1994).

Nesse contexto, constatam-se ainda vários problemas relacionados às dimensões econômica e social da sustentabilidade. No plano econômico, por exemplo, observam-se a elevação expressiva de rendimentos ou de produtividade de alguns cultivos/atividades, um encarecimento da utilização de insumos e a queda dos preços recebidos pelos agricultores (ALMEIDA, 1997). Intensificando essa problemática sob o viés social, Altieri (2004) destaca que em muitas regiões do mundo, a modernização da agricultura ocorreu sem a distribuição de terra. Este autor ilustra ainda que os benefícios da Revolução Verde foram extremamente desiguais, enfatizando que os agricultores mais ricos, controladores do capital e de terras férteis, foram privilegiados em detrimento dos agricultores mais pobres e com menos recursos.

Essa realidade caótica permitiu que cientistas, governantes, organizações não governamentais (ONGs) e sociedade global refletissem sobre essa maneira de fazer agricultura, ou melhor, pudessem voltar ao passado, analisar as práticas do presente e planejar ações para o futuro. Frente a esse dilema e pensando no paradigma do desenvolvimento sustentável, cabe à humanidade, e principalmente aqueles envolvidos diretamente com a determinação do saber, buscar soluções para reverter essa realidade através da interface entre agricultura e sustentabilidade.

Pelo caminho elucidativo, compreende-se nesta Tese essa interface de agricultura sustentável. Nesse contexto, verifica-se que desde meados dos anos de 1980 até este novo século, instituições de pesquisa e de extensão e importantes ONGs vêm buscando e propagando práticas que vinculam a conservação ambiental com a produção de alimentos. As alternativas mais convincentes nesse cenário podem ser caracterizadas como orgânica, biodinâmica, ecológica, entre outras. Nesse sentido, há de se destacar que os princípios defendidos por essas vertentes, somados à pesquisa agropecuária, constituem a base de um padrão sustentável, mesmo diante de insignificantes volumes de produção (BEZERRA; VEIGA, 2000).

Nessa abordagem, a agricultura precisa ser compreendida como um ecossistema, no qual as práticas agrícolas e a pesquisa não devem se preocupar com os altos níveis de produtividade de uma determinada mercadoria, mas sim, com a otimização do sistema como um todo (ALTIERI, 2004). Ainda com base neste autor, deve-se levar em conta não apenas a produção econômica, mas a vitalidade da estabilidade e sustentabilidade ecológicas.

Em meados do final da década de 1980, a literatura sobre a agricultura mundial demonstra que o adjetivo sustentável ganhou a atenção de um número crescente de profissionais, pesquisadores e agricultores, o que provocou uma infinidade de definições sobre o termo (ALMEIDA, 1997). Tal interesse tem sido fruto da insatisfação com a agricultura moderna que tem impactado severamente os sistemas naturais. Hoje tem sido fácil perceber, através de diferentes formas, que as terminologias agricultura sustentável e desenvolvimento sustentável aspiram um novo paradigma tecnológico, que justamente não permite a agressão ao meio ambiente em sua totalidade (ALMEIDA, 1997).

Para Altieri (2004) o maior objetivo da agricultura sustentável tem sido buscar a manutenção da produtividade agrícola, reduzindo o máximo possível os impactos ambientais e prevendo o retorno financeiro para reduzir a pobreza, e dessa forma, garantir, especialmente, o atendimento às necessidades das populações rurais. Este pesquisador pontua ainda que os princípios básicos de um sistema sustentável compreendem a conservação dos recursos renováveis, a adaptação dos cultivos ao ambiente e a manutenção de um nível moderado, porém sustentável, de produtividade.

Diante disso, considera-se que práticas da agricultura sustentável vêm sendo implantadas, contudo o caminho para o alcance desse tipo de agricultura continua sendo construído pela ciência e pela sociedade. É por esse percurso, que muitas ferramentas têm sido desenvolvidas para diagnosticar a realidade de atividades agrícolas, envolvendo-as com os preceitos da sustentabilidade. Para aprofundar o conhecimento sobre esse tema, a seguir abordam-se, com mais afinco, os sistemas de indicadores de sustentabilidade direcionados especialmente para a agropecuária.

3.3.1 Sistemas de indicadores de sustentabilidade aplicados na agropecuária

A partir dos trabalhos desenvolvidos pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), por volta dos anos 90, os indicadores de sustentabilidade com ênfase na agricultura tiveram maior amplitude e visibilidade (SANCHEZ; MATOS, 2012). A vista disso, conhecer as características inerentes das metodologias de avaliação desenvolvidas têm se tornado imprescindível para que suas aplicações conduzam a resultados satisfatórios e contundentes.

Nesse contexto, elencam-se dois relevantes trabalhos que têm sido destacados pela sua amplitude e pertinência sobre os indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas. O primeiro deles, desenvolvido por Marzall (1999), tem sido referência indispensável para os pesquisadores da área, por ter permitido uma análise a nível global sobre 72 programas de indicadores de sustentabilidade. O segundo estudo (COSTA, 2010a) conseguiu identificar as principais ferramentas utilizadas na avaliação da sustentabilidade do setor agrário na contemporaneidade, reunindo 13 sistemas de avaliação de sustentabilidade (Quadro 02).

Quadro 02. Informações das principais ferramentas de avaliação da sustentabilidade para o setor agrário

Ferramentas	Sigla	Principais características
<i>Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales: bases para establecer indicadores</i>	SARN	Propõe uma metodologia sistêmica, realizada em quatro etapas: definição do sistema (categorias e elementos); identificação e seleção de ‘descritores’; e definição do os indicadores.
<i>Framework for the Evaluation of Sustainable Land Management</i>	FESLM	Envolve uma estrutura integrada em dois estágios. No 1º estágio define o propósito da avaliação através da seleção e caracterização do sistema. Já no 2º, define-se o processo de análise, por meio da proposição e do monitoramento dos indicadores por meio dos fatores (e seus critérios) que afetam a sustentabilidade do sistema.
<i>Marco para la evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales mediante indicadores de sustentabilidade</i>	MESMIS	Parte de um conjunto de pressupostos para a avaliação da sustentabilidade, alguns comuns ao FESLM. Suas características serão descritas na próxima seção, pois se trata do método de estudo desta Tese.
<i>Kriterien umweltvertraglicher landbewirtschaftung</i>	KUL	Sistema informatizado de avaliação dos efeitos ambientais das explorações agrárias, com forte orientação sobre as produções vegetais.
<i>Diagnostic global d’exploitation</i>	DIAGE	Instrumento informático de diagnóstico global da exploração com especificidades por fileiras de produção.
<i>Arbre de l’exploitation agricole durable</i>	ARBRE	Baseado em um caderno de questões com sessenta perguntas de âmbito qualitativo, organizado em quatro séries, correspondentes às dimensões: econômica; de transmissão de capital e conhecimento; social e ambiental.
<i>Diagnostic agri-environnemental liant environnement et contrat territorial d’exploitation</i>	DIALECTE	Inicia-se com a realização de um questionário e, posteriormente, avaliam-se dezoito indicadores agroambientais, e análise energética simplificada e o balanço de nutrientes.
<i>Indicateurs de durabilite des exploitations agricoles</i>	IDEA	Baseado na avaliação quantitativa das práticas agrárias julgadas favoráveis para o ambiente e desenvolvimento social, tendo por base a colheita de dados com os agricultores.
<i>Indicateurs de diagnostic global a la parcelle</i>	INDIGO	Iniciado com a coleta de dados necessários para cálculo dos indicadores. Posteriormente, as informações são colocadas numa base de dados, permitindo o cálculo dos indicadores respectivos, e demonstração dos pontos fortes e fracos do sistema.
<i>Diagnostic agri-environmental de l’exploitation agricole</i>	DIALOGUE	Compreende duas aproximações complementares do ambiente: (I) análise global dos impactos do sistema de produção e das práticas agrárias e (II) outra relativa à análise dos impactos da atividade agrária por área ambiental.
<i>Sustainability assessment of farming and the environment</i>	SAFE	Estrutura hierárquica, composta por princípios, critérios, indicadores e valores de referência, seguindo a teoria Princípios, Critérios e Indicadores, desenvolvida para avaliar a sustentabilidade de florestas.
<i>Response-inducing sustainability evaluation</i>	RISE	Apoia-se na estrutura Pressão – Estado – Resposta do desenvolvimento sustentável das Nações Unidas. Incide sobre aspectos ecológicos, econômicos e sociais da produção agrária, baseada em doze indicadores, os quais são calculados através de mais de sessenta parâmetros.
<i>Sustainability solution space</i>	SSP	Diferencia duas aproximações transdisciplinares, a aproximação participativa e a desenvolvida através de peritos. Sua construção é desenvolvida em seis passos, considerando o conhecimento sistêmico, os aspectos normativos e a sua integração (Módulos I, II e III).

Fonte: adaptado de Costa (2010a).

Com base no estado da arte sobre sistemas de indicadores de sustentabilidade para agropecuária, Costa (2010a) também sintetizou as seguintes conclusões: existência de diversas alternativas metodológicas; ênfase na área ambiental; validade da forma de medição dos indicadores, ou seja, os indicadores têm sido importantes instrumentos de avaliação da sustentabilidade, porém a sua forma de medição tem induzido a questões relevantes, colocando em risco o valor obtido pela análise; carácter subjetivo da avaliação; necessidade de abordagem sistémica (muitas das metodologias encontradas não revelam preocupações com a abordagem sistémica); e ausência de interação entre várias alternativas metodológicas.

Nessa discussão, é importante esclarecer que a abordagem das conclusões apresentadas por Costa (2010a) também foram descritas anteriormente por Marzall (1999). Isso tem demonstrado que as principais interpretações presentes nas ferramentas metodológicas de avaliação da sustentabilidade persistiram mesmo com o passar do tempo. Cabendo então, aos atuais e futuros adeptos da área aplicar, adaptar e/ou conciliar essas metodologias a fim de corrigir as falhas e retratar o mais próximo possível o nível de sustentabilidade da realidade estudada. Assim, o método utilizado neste estudo é explorado a seguir com intuito de melhor esclarecê-lo.

3.3.1.1 O método MESMIS: principais abordagens e aplicações

O MESMIS foi desenvolvido em 1995, com base na metodologia FESLM (ver quadro 2), financiado pela Fundação Rockefeller, no México, e coordenado pelo Grupo Interdisciplinar de Tecnologia Rural Apropriada em conjunto com outros centros de pesquisa (COSTA, 2010a). Esta ferramenta foi amparada pelo projeto “*Gestión de Recursos Naturales*”, que tinha como principais interesses: o desenvolvimento de uma estrutura interdisciplinar para avaliação da sustentabilidade; a aplicabilidade da ferramenta avaliativa em diferentes estudos de caso; a participação de indivíduos institucionais e de formação na avaliação da sustentabilidade; e o gerenciamento e divulgação de documentos e bases de dados relacionados com a ferramenta de avaliação, a sua estrutura teórica e orientações práticas (SPEELMAN et al., 2007).

A concepção do MESMIS foi originada a partir de quatro premissas basilares, a saber: (1) a sustentabilidade é definida por sete atributos gerais: produtividade, estabilidade, confiabilidade, resiliência, adaptabilidade, equidade e autoconfiança; (2)

esta ferramenta de avaliação tem sido validada para: sistema de gestão específico, um espaço previamente definido e um período de tempo predeterminado; (3) a avaliação da sustentabilidade é um processo participativo, que necessita de uma equipa de avaliação com formações variadas, garantindo assim, a interdisciplinaridade do estudo; e (4) a sustentabilidade não pode ser medida por si mesma, mas através da comparação de dois ou mais sistemas. Neste último ponto, a comparação pode ser realizada transversalmente, quando se compara, ao mesmo tempo, um sistema alternativo com um sistema de referência; ou ainda uma comparação longitudinal mediante análise da evolução de um sistema ao longo do tempo (LÓPEZ-RIDAURA; MASERA; ASTIER, 2002).

A identificação de diversos atributos tem se tornado fundamental para promover a operacionalidade da noção de sustentabilidade. Na verdade, estes atributos têm contribuído com a compreensão das questões mais relevantes do sistema, e provavelmente, com o desencadeamento de indicadores de sustentabilidade no processo de avaliação. Desse modo, para que essa avaliação permaneça consistente, seus atributos devem ser considerados como alicerce das propriedades sistêmicas. Por essa perspectiva, os autores do MESMIS (MASERA; ASTIER; LÓPEZ-RIDAURA, 1999) propõem sete atributos básicos de avaliação da sustentabilidade (Quadro 03).

Quadro 03. Atributos e suas respectivas descrições

Atributos	Descrições
<i>Produtividade</i>	Representa a capacidade produtiva de um agroecossistema através da quantidade requerida de produtos e serviços. Ou melhor, representa o valor da produção em um determinado tempo.
<i>Estabilidade</i>	Entendida como a propriedade de manter constante a produtividade dos agroecossistemas ao longo do tempo.
<i>Resiliência</i>	Capacidade do sistema para retornar a um estado de equilíbrio, ou para sustentar o seu potencial produtivo, após sofrer uma interferência grave.
<i>Confiabilidade</i>	Compreende a capacidade do sistema para manter a sua produtividade ou benefícios desejados em níveis próximos a seu equilíbrio diante de perturbações habituais.
<i>Adaptabilidade</i>	É a capacidade do sistema de encontrar novas estratégias de estabilidade após uma situação adversa.
<i>Equidade</i>	Consiste na capacidade do sistema para distribuir de forma justa todos os benefícios e custos relacionados com a gestão dos recursos naturais, tanto intra quanto intergeracionalmente.
<i>Autoconfiança</i>	Remete a capacidade do sistema para regular e controlar suas interações com sistemas periféricos.

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

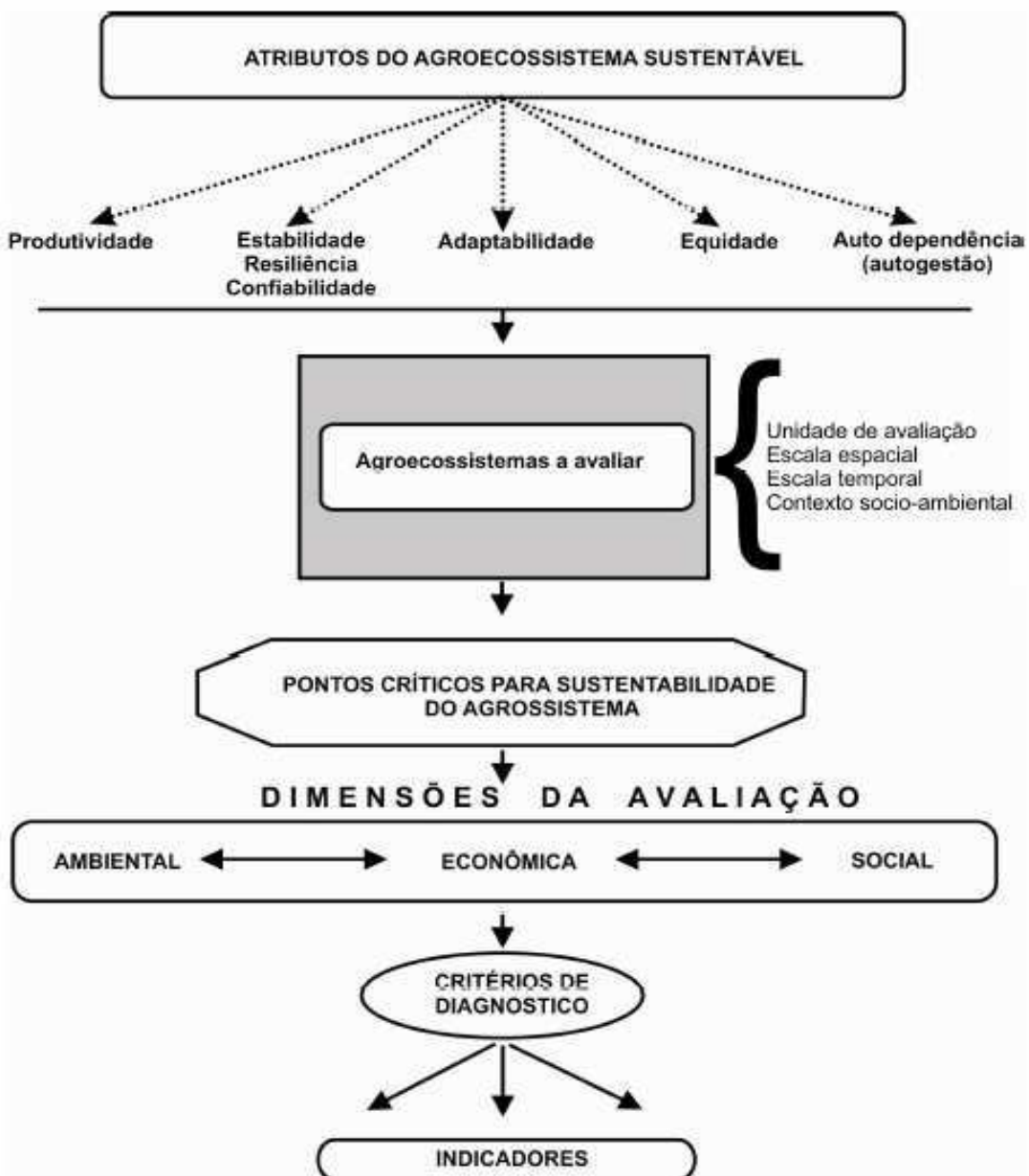
O MESMIS tem se apresentado como uma ferramenta metodológica usada para avaliar os sistemas de manejo de recursos naturais com ênfase nos pequenos agricultores e no seu contexto local. Mais especificamente, o método pode ser aplicado em sistemas de produção agrícola, florestal e/ou pecuária, e de maneira geral, tem apontado os limites e as possibilidades que afetam a sustentabilidade de unidades de análise, envolvendo os aspectos econômico, social (neste caso envolve o cultural e político) e ambiental (MASERA; ASTIER; LÓPEZ-RIDAURA, 1999). Para Sanchez e Matos (2012), a alternativa de analisar a sustentabilidade através de dimensões tem permitido uma aproximação normativa, em que os objetivos de sustentabilidade sejam direcionados também para os setores econômicos ou unidades produtivas.

No que tange aos benefícios, o MESMIS pode promover melhorias nos sistemas com base em sua sustentabilidade através de orientações baseadas em indicadores de sustentabilidade, de forma participativa, sistemática, interdisciplinar e flexível (SPEELMAN et al., 2007). Por outra forma, o MESMIS oferece um marco analítico para o estudo e uma comparação de sistemas de manejos alternativos sobre uma base multidimensional, prioriza e seleciona um conjunto de indicadores para o monitoramento de um sistema de manejo, e permite guiar tomadas de decisões (ASTIER; MASERA; GALVÁN-MIYOSHI, 2008).

Na compreensão de Sanchez e Matos (2012), o grande diferencial dessa ferramenta tem sido o seu aspecto participativo, uma vez que possibilita o intercâmbio de informações entre os atores envolvidos. O método ainda possibilita a identificação de padrões sustentáveis de desenvolvimento, e apresenta características importantes no processo de monitoramento (DEPONTI; ECKERT; AZAMBUJA, 2002). Em outras palavras, o MESMIS tem se constituído como uma ferramenta para o desenvolvimento, pois tem permitido: o melhoramento da probabilidade de sucesso para qualquer alternativa proposta; a proposição de um processo de *feedback*; a adaptação a diferentes níveis de disponibilidade de dados e de localização, bem como de recursos financeiros; e a compreensão integralizada das oportunidades e dos constrangimentos em torno da sustentabilidade. Enfim, funciona como um método que promove a aplicabilidade operacional do conceito de sustentabilidade no campo (MASERA; ASTIER; LÓPEZ-RIDAURA, 1999).

Operacionalmente, os atributos gerais de sustentabilidade preconizados pelo MESMIS fundamentam a definição e a identificação de uma série de pontos críticos acerca da sustentabilidade do sistema, estando eles relacionados com as três dimensões de avaliação já mencionadas. Assim, para cada área de avaliação são definidos os critérios de diagnóstico e os indicadores. Isso garante uma consistência entre os atributos gerais e os indicadores de sustentabilidade (MASERA; ASTIER; LÓPEZ-RIDAURA, 1999). Tal situação pode ser observada na Figura 01.

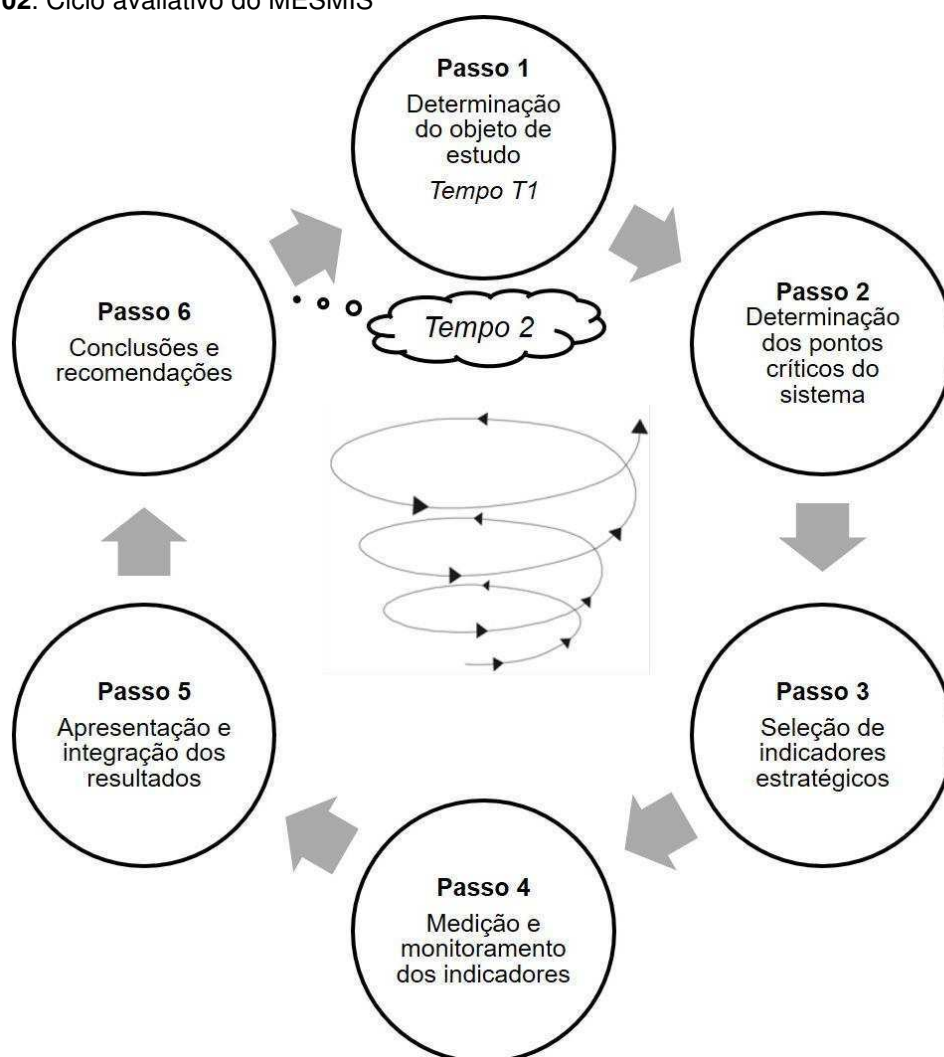
Figura 01. Estrutura geral do MESMIS: relação entre atributos, pontos críticos, dimensões, critérios de diagnóstico e indicadores



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

Talvez seja por essa estruturação geral que Sanchez e Matos (2012) reconhecem o MESMIS como marco metodológico de análise da sustentabilidade sob o enfoque normativo. Na concepção destes autores, o marco normativo representa um modelo hierárquico, em que os objetivos para alcançar um conteúdo específico aparecem frequentemente listados de forma hierarquizada. A fim de facilitar o entendimento dessa operacionalização, Masera, Astier e López-Ridaura (1999) propuseram o ciclo avaliativo do MESMIS, conforme observado na Figura 02.

Figura 02. Ciclo avaliativo do MESMIS



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

Essa estrutura é composta por ciclos de avaliações de seis passos. Inicialmente, é necessário realizar a determinação e caracterização do sistema analisado, identificando o seu contexto socioeconômico e ambiental. Em seguida,

deve ser feita uma análise dos pontos críticos do agroecossistema de forma a identificar os fatores limitantes e favoráveis à sustentabilidade. Já o passo 3 corresponde à definição dos critérios de diagnóstico e a seleção dos indicadores estratégicos. No passo 4, deve ser mensurado e monitorado os indicadores através de ferramentas analíticas apropriadas e de métodos para coleta de dados. Depois, no passo 5, os sistemas de gestão que estão sendo avaliados devem ser comparados no que compete a sua sustentabilidade, e os principais aspectos positivos e negativos de cada um deles são discutidos e analisados. E por fim, deve haver a proposição de estratégias específicas para fortalecer a sustentabilidade do sistema. Após a finalização do “Tempo 1”, o método permite ainda novas avaliações, como bem representa o “Tempo 2” (Figura 2). Esta característica em particular torna a metodologia cíclica (MASERA; ASTIER; LÓPEZ-RIDAURA, 1999; CÂNDIDO et al., 2015).

O MESMIS tem sido aplicado nos continentes Americano e Europeu, ganhando assim, notoriedade no cenário internacional. No Brasil, por exemplo, os trabalhos desenvolvidos ainda são incipientes, com destaque as experiências de Almeida e Fernandes (2003) em estudo realizado no Paraná; de Matos Filho (2004), que realizou uma análise em unidades familiares de produção da região da grande Florianópolis/Santa Catarina; e de Verona (2008), que avaliou a sustentabilidade de agroecossistemas no Rio Grande do Sul. Além desses trabalhos, aplicações desse método têm sido verificadas na região Semiárida brasileira, com destaque para as experiências desenvolvidas no Rio Grande do Norte (CAMELO; CÂNDIDO, 2012; SILVA; CÂNDIDO, 2014; FORMIGA JÚNIOR; CÂNDIDO; AMARAL, 2014; FELIPE NETO et al., 2018) e na Paraíba (MARTINS; CÂNDIDO; AIRES, 2017; ALENCAR; AZEVEDO; CÂNDIDO, 2018; SILVA, 2018).

Por todas as razões aqui expostas, justifica-se a escolha do MESMIS no desenvolvimento desta Tese. Destaca-se também que esta metodologia, pela sua coerência e consistência, permitiu uma avaliação robusta dos sistemas apícolas em ambiente Semiárido do Brasil. Acredita-se, ainda, que através de seus mecanismos participativos e interdisciplinares e atributos de sustentabilidade foi possível desvelar os níveis de sustentabilidade que acometem a atividade apícola. A seguir, contribuições importantes sobre o elo entre abelhas e plantas são exploradas.

3.4 O PAPEL DA POLINIZAÇÃO: CONTRIBUIÇÕES RECÍPROCAS ENTRE ABELHAS E PLANTAS

Entre os insetos que têm se destacado economicamente para o homem encontram-se as abelhas. Sob essa perspectiva, estes insetos não têm sido importantes apenas pelos produtos apícolas que fornecem, mas especialmente pela polinização, cujo serviço ecossistêmico tem sido responsável, direta ou indiretamente, por um terço da alimentação humana (VILLAS-BÔAS, 2012). Ademais, dentre diversos insetos (abelhas, moscas, besouros, borboletas e outros) que visitam as flores da maioria dos cultivos ao ar livre, as abelhas têm se destacado como os polinizadores mais relevantes em virtude do seu comportamento e capacidade de forrageamento (BAWA, 1990; WILLIAMS, 2002).

As plantas, por sua vez, representadas como principais produtores em ecossistemas terrestres, têm prestado diretamente muitos serviços ecossistêmicos, tais como: o sequestro de carbono, a prevenção da erosão do solo, a fixação biológica de nitrogênio, a manutenção dos recursos hídricos, a absorção de gás de efeito estufa, o fornecimento de alimentos e habitat para a maioria das outras formas de vida aquática e terrestre (FAO, 2004). Esses serviços têm fornecido uma parcela importante para a contribuição da saúde e do bem-estar no Planeta. Sobre este aspecto, pesquisadores têm estimado que o valor anual desses serviços pode custar de 16 a 54 trilhões de dólares, com uma média de US\$ 33 trilhões por ano (COSTANZA et al., 1997).

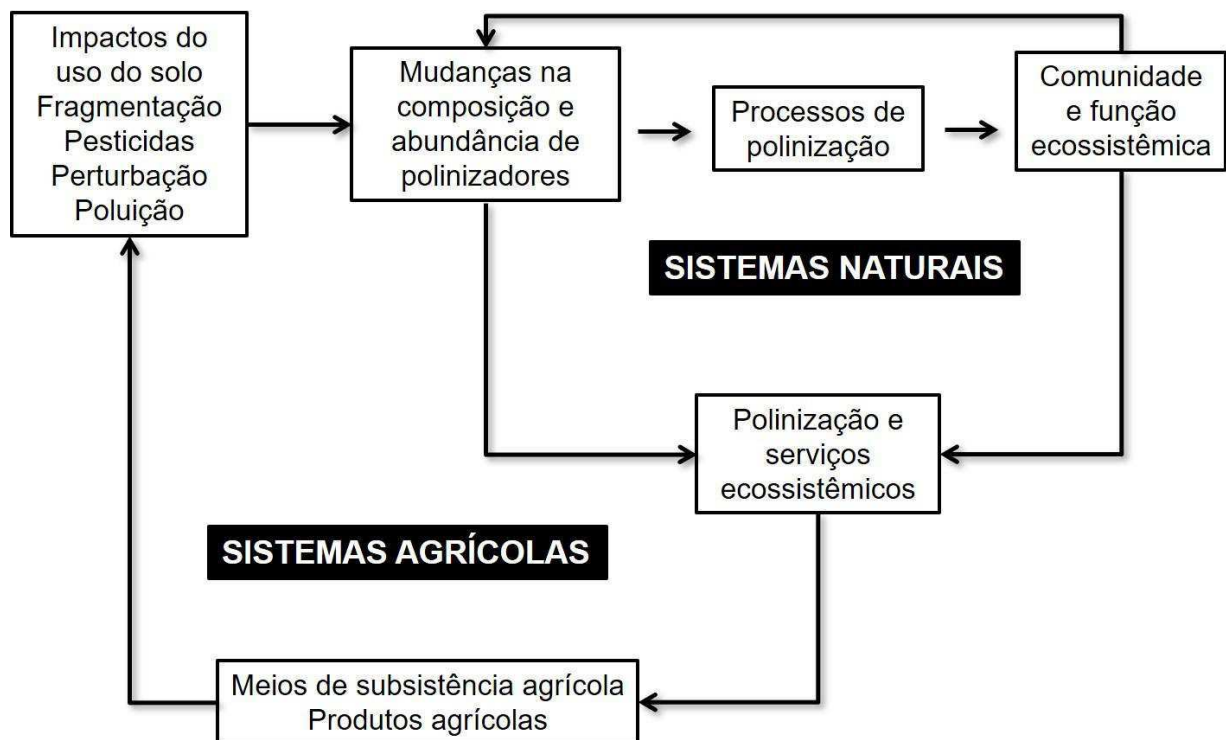
Para a FAO (2004), a polinização, reprodução de plantas facilitada pelos polinizadores, tem desempenhado um papel crucial na manutenção dos ecossistemas. A fim de esclarecer o funcionamento da polinização, considera-se que os recursos florais (néctar e pólen) são essenciais à sobrevivência das abelhas. Tal processo ocorre quando as abelhas, forrageando por fontes alimentares, voam de flor em flor, e acabam aderindo ao seu corpo grãos de pólen (que contém gametas masculinos) da espécie de planta visitada, que poderão ser depositados no estigma (receptáculo feminino) da próxima flor (BAWA, 1990; IMPERATRIZ-FONSECA; NUNES-SILVA, 2010).

É nesse cenário que plantas e polinizadores têm evoluído ao longo de milhões de anos, criando mecanismos de interdependência a fim de assegurar benefícios

mútuos, que podem ser refletidos pela perpetuação das espécies vegetais e pela sobrevivência de colônias de abelhas (BAWA, 1990; FREITAS, 2006). Essa interação valiosa pode ser reforçada com a observação de Nogueira-Neto (2002), quando considera que através da polinização, as abelhas podem ajudar as plantas na produção de frutos, e conseqüentemente, atrair aves que se alimentam também de pragas de insetos tanto no campo agrícola quanto silvícola. Pilati e Prestamburgo (2016) contribuem com essa discussão, pois consideram que as colônias de abelhas têm aumentado à disponibilidade de alimentos vegetais para benefício da vida selvagem, promovendo a conservação da biodiversidade e da paisagem rural local.

Assim, os serviços de polinização têm sido importantes tanto para os ecossistemas quanto para a agricultura. Sobre esta questão, Donaldson (2002) esclarece que a polinização tem sido palco, possivelmente, da maior interação entre sistemas naturais e sistemas agrícolas (Figura 03).

Figura 03. Integração entre polinização e sistemas naturais e agrícolas



Fonte: adaptado de Donaldson (2002).

Esse processo demonstra que reflexos negativos da Revolução Verde (impactos do uso do solo, fragmentação, pesticidas, perturbação e poluição) estão concatenados com os sistemas naturais. Ademais, em diversos casos, a produtividade

das paisagens agrícolas (culturas e pastagens) tem se baseado na polinização natural, porém a produção de frutas e sementes tem sido frequentemente reforçada pela adição de colônias de abelhas domesticadas nas áreas agrícolas (GARIBALDI et al., 2013).

Nesse contexto, pontua-se que a ausência de agentes polinizadores pode desencadear um colapso na produção de alimentos. A verdade é que sem eles, a grande maioria das espécies de plantas não conseguiria se reproduzir sexualmente, e conseqüentemente, não haveria possibilidade de produzir sementes, grãos, amêndoas, castanhas, frutas, vagens, folhagens, óleos vegetais, corantes naturais, além de outros, cujos produtos têm sido utilizados em larga escala pela sociedade (FREITAS; IMPERATRIZ-FONSECA, 2005).

A polinização é sem dúvida uma das maiores contribuições que as abelhas podem ofertar para a agricultura. Para aprofundar essa importância, o valor da polinização de insetos para a agricultura mundial foi estimado em cerca de 153 bilhões de euros no ano de 2005 (GALLAI et al., 2009). No Brasil, por exemplo, a contribuição econômica dos polinizadores totaliza 30% (US\$ 12 bilhões) do total da renda agrícola anual das lavouras dependentes de polinização, que corresponde a quase US\$ 45 bilhões (GIANNINI et al., 2015).

Reforçando essa temática, pesquisadores têm alertado que, em muitos casos, a baixa produtividade agrícola vinculada à ausência de polinizadores não tem sido percebida pelos produtores (DE JONG et al., 2006). Diferentemente de outras nações, onde a polinização tem se constituído como um fator fundamental na produtividade agrícola e na manutenção dos ecossistemas naturais, o assunto ainda não ganhou grandes proporções no território brasileiro (WITTER et al., 2014). Adiante se aprofunda o conhecimento sobre as abelhas, possibilitando a sua interação com o homem desde o passado até o presente.

3.5 ABELHAS ATRAVÉS DO TEMPO: EVOLUÇÃO DE SISTEMAS NATURAIS PARA SISTEMAS PRODUTIVOS

Na classe dos insetos, as abelhas ocupam o topo máximo. Para Schirmer (1985), não existe inseto equiparável às abelhas, pois suas características sociais são marcantes, apresentam um perfeito equilíbrio biológico, e melhor ainda, ninguém as

ensina nada, todas nascem sabendo, o que as tornam autoconscientes. As abelhas pertencem à ordem Hymenoptera, em conjunto com as formigas e as vespas. As abelhas podem ser reunidas na superfamília Apoidea (NOGUEIRA-NETO, 1997), sendo mais de 20.000 espécies em todo o mundo, com maior representação nas regiões tropical e subtropical (COUTO; COUTO, 2006; SILVA et al., 2014b). Hoje muito conhecimento tem sido adquirido e compartilhado sobre as abelhas e a diversidade de sua morfologia e comportamento, mas nem sempre foi assim.

Uma busca na literatura tem revelado que as abelhas habitam o Planeta há cerca de 125 milhões de anos (SILVA et al., 2014b), sendo, portanto, muito mais antigas do que o homem. Elas surgiram quando as flores lhes possibilitaram a existência (SCHEREN, 1986). Reforçando esta premissa, Wiese (1995) declara que as abelhas surgiram junto com as primeiras plantas com flores, tendo a partir de então a função de fecundá-las para a perpetuação das espécies vegetais em troca do néctar e pólen como recursos alimentares. Destaca-se também que as abelhas têm acompanhado o homem desde a Pré-história. De lá para cá, elas não modificaram o seu comportamento, o homem, que por sua vez, estudou seus hábitos, melhorou as técnicas apícolas em seu proveito, introduzindo cada vez mais adaptações à criação desses insetos (SCHIRMER, 1985).

Tudo indica que o mel de abelha foi um dos primeiros alimentos utilizados pelo homem como adoçante natural. O mel apresenta alto grau de complexidade, envolvendo uma composição saturada de açúcares e água e as características florais de origem (CARMARGO et al., 2002). Para Iglesias et al. (2012) o mel pode ser definido como uma solução supersaturada de açúcar muito variada, sendo a frutose o componente dominante, seguido pela glicose e sacarose. O maior componente do mel são os açúcares, sendo os monossacarídeos frutose e glicose os carboidratos mais representativos, compondo aproximadamente 70%, incluindo também 10% de dissacarídeos (sacarose) e 20% de água (CRANE, 1980). Para compreender essa composição, diversos parâmetros físico-químicas, microbiológicas e sensoriais têm sido utilizados em estudos científicos (LOPES et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2013; MOURA et al., 2014; GOIS et a., 2015, FELIPE NETO et al., 2017).

As propriedades físico-químicas do mel, incluindo a viscosidade, dependem de muitos fatores, como a composição, a temperatura e o conteúdo de água (CARVALHO

et al., 2005). O teor de umidade é afetado pelo clima, estação do ano e conteúdo de umidade inicial do néctar das plantas (OZCAN; ARSLAN; CEYLAN, 2006). Portanto, considera-se que a composição exata de qualquer mel depende, principalmente, das fontes vegetais que o produzem. Logo, esses atributos são fundamentais para a formulação do sabor, aroma e coloração do mel (CRANE, 1983).

O aprendizado com a coleta de mel compreende as bases da apicultura mais primitiva (SCHEREN, 1986). Inicialmente, nas andanças pela sobrevivência durante a Era da Pedra Lascada, o homem alimentava-se de favos de mel que encontravam no mato, no oco das árvores, no chão ou nas rochas. Aos poucos, esses pedaços de troncos ocos, nos quais havia ninhos de abelhas, foram sendo transportados para localidades mais próximas das cavernas. Com o passar do tempo, os ocos quebrados para coleta do mel começaram a ser fechados, permitindo que as abelhas reconstruíssem a parte saqueada. Isso facilitou muito buscas futuras ao precioso alimento dourado (SCHIRMER, 1985).

Muito tempo depois desse contato primitivo com as abelhas, os egípcios, os gregos e os romanos registraram suas experiências com esses insetos do gênero *Apis*, bem como deles obtiveram o primeiro adoçante natural. Eles também exploravam das colmeias a cera e a própolis, as quais tinham as mais diversas utilidades (WIESE, 1995). Particularmente, como os egípcios acreditavam na imortalidade da alma, oferendas alimentares (exemplo, cântaros de mel) eram colocadas próximas aos sarcófagos dos corpos embalsamados, com a presunção de que a alma se alimentaria delas, inclusive no próprio embalsamento o mel era usado. Assim, os corpos eram envolvidos com panos brancos umedecidos com mel. Esse envoltório garantia a conservação do corpo por muitos anos e revigorava a crença de que quanto mais tempo o corpo permanecesse conservado, mais próximo a alma estaria dele (SCHIRMER, 1985).

Os gregos, por sua vez, deixaram marcas desse precioso inseto através do comércio e da literatura. Destaca-se aqui, descobertas valiosas a partir de escavações realizadas no Golfo de Salerno, especialmente em relação aos usos e costumes da população grega primitiva. Neste caso particular, foram encontradas várias das ânforas (vasos antigos) de aproximadamente 2000 anos preenchidas com mel em boas condições. Além de armazenar o mel em potes de barro, os gregos construía

colmeias de palha trançada ou de colmo, em formato de sino, como também o faziam os romanos. É importante assinalar que foi precisamente da palavra “colmo” que originou o nome colmeia (WIESE et al., 1987).

A experiência de muitos anos atrás permitiu o despontamento dos primeiros conhecimentos técnicos sobre as abelhas, o que garantia o início do desenvolvimento da apicultura (SCHEREN, 1986). Desde então, as abelhas têm sido valorizadas pelos seus produtos e admiradas pelo seu comportamento. Couto e Couto (2006) acrescentam que as abelhas já foram desenhadas em quadros e pinturas em cavernas, descritas em manuscritos, livros científicos, líricos, cunhadas em medalhas, bijuterias, moedas e objetos de barro. Ademais, registra-se que a ascensão da criação de abelhas só foi permitida graças à evolução tecnológica (Quadro 04), que aconteceu posteriormente com novas descobertas (WIESE, 1995).

Quadro 04. Descobertas que permitiram o desenvolvimento da apicultura

Período	Descobertas
1637-1680	Swammerdam iniciou os primeiros estudos sobre a biologia das abelhas através do uso de microscópico.
1712	Maraldi foi o primeiro a usar uma colmeia com parede de vidro para melhor observar o que se passava dentro da mesma.
1771	Schirach provou que a rainha se originava do mesmo ovo que pode originar uma abelha operária
1814	Francisco Huber, de nacionalidade suíça, apicultor, inventou a primeira colmeia de observação em forma de folha de livro.
1845	Johanes Dzierzon, padre polonês e apicultor, confirmou a teoria da partenogênese em abelhas.
1857	Johanes Mehring, apicultor alemão, produziu a primeira folha de cera estampada. Em 1876, Amos Ives Root, americano, desenvolveu com a prensa de estampar lâminas de cera. Em seguida, Hetherington, também americano, acrescentou o arame para fixar a cera no quadro.
1865	Franz von Hruschka, austríaco, descobriu a máquina para tirar mel pela força centrífuga, hoje conhecida como centrífuga ou extrator de mel.
1810-1875	Moises Quimby, americano, foi o grande divulgador e professor de apicultura da época com publicações científicas.
1810-1895	Lorenzo Lorain Langstroth, pastor, matemático, apicultor americano e conhecido “Pai da apicultura americana”, descobriu o espaço-abelhas (6-9mm), medida que estabelece o espaço para o trânsito e trabalho dentro da colmeia. A partir de sua descoberta fez a colmeia Langstroth que ainda hoje é padrão em todo o mundo e no Brasil. Escreveu livros e dedicou-se à ciência apícola.
1839-1923	Amos Ives Root foi o responsável pela primeira indústria de colmeias e material apícola em escala industrial, com desenvolvimento das descobertas. Além de inúmeras publicações.

Fonte: adaptado de Wiese (1995).

O homem, paulatinamente, tem garantido e melhorado suas condições de vida e as abelhas, por sua vez, têm acompanhado todo esse trajeto, pois foram os primeiros insetos domesticados. Tal reflexo sobre a criação de abelhas pode ser

observado através do aprimoramento de alojamentos (moradias para as abelhas) construídos com tubos de barro queimado, gaiolas trançadas com cipó e vime revestido de barro. Essas tipologias de moradias para as abelhas embora sejam antigas, garantiam na época o calor interno do ninho e isolavam o frio externo. Outro mecanismo de adaptação entre homem e abelha se deu através de cortiços, troncos de árvores de aproximadamente um metro, que eram colocados em pé, com um pedaço de madeira lascada como tampa (SCHIRMER, 1985).

As abelhas, pelas mais diversas formas, cores e tamanhos, pertencem a muitos gêneros e espécies. Cada espécie, em particular, apresenta uma característica própria e desempenha um papel na natureza (SILVA et al., 2014b). Sob essa perspectiva, pontua-se que as abelhas sociais mais utilizadas comercialmente pertencem ao gênero *Apis* (COUTO; COUTO, 2006). Elas têm sido classificadas em sete espécies diferentes, como consta no Quadro 05.

Quadro 05. Espécies de abelhas sociais mais utilizadas comercialmente e suas principais características

Espécies	Principais características
<i>Apis florea</i> e <i>Apis andreniformes</i>	Também conhecidas como “abelhas-anãs” da Ásia, possuem cerca de sete mm de comprimento e são eficientes polinizadoras. Constroem ninhos com um único favo, ao ar livre, não sobrevivendo confinadas.
<i>Apis dorsata</i>	Abelhas gigantes do Sul da Ásia e da Indonésia (medindo entre 17-19 mm de comprimento) constroem só um favo, podendo armazenar até 10 kg de mel, o qual tem grande facilidade de fermentação, pois a umidade é elevada (34% de água). Nidificam ao ar livre, em colônias com cerca de 20.000 abelhas. São muito defensivas.
<i>Apis cerana</i>	Podem ser encontradas no Coréia, China, Irã, Japão, Índia e Tailândia. Embora apresentem grande variação do tamanho e comportamento, são bem semelhantes à <i>Apis mellifera</i> . Nidificam em locais fechados, em ninhos pequenos com cerca de 6.000 a 7.000 abelhas, com vários favos paralelos.
<i>Apis laboriosa</i>	Também conhecida por gigante. Habita o Himalaia (acima de 2.000 m de altitude) e acredita-se que 90% do mel e cera indianos provém desta abelha. São maiores que as <i>Apis dorsata</i> , com coloração escura e pelos longos. A <i>Apis koschevnikov</i> também pertence a esse grupo gigante.
<i>Apis mellifera</i>	Também chamada de <i>Apis mellifica</i> (com comprimento entre 10 e 11 mm). Como o termo <i>mellifica</i> significa fazer mel e <i>mellifera</i> significa transportar mel, o correto seria a utilização de <i>mellifeca</i> , apesar de ser adotado no mundo todo, com raras exceções, o termo <i>mellifera</i> . É a abelha mais conhecida e utilizada comercialmente no mundo. Nidificam tanto em recintos fechados como ao ar livre, existindo uma ampla diversidade de comportamentos, de acordo com a origem e a subespécie a que pertencem.

Fonte: adaptado de Couto e Couto (2006).

Dentre essas espécies, a *Apis mellifera* (Figura 04) foi a que ganhou mais notoriedade no cenário mundial, sendo reconhecida como uma das espécies mais

importantes para os seres humanos. Antes, estas abelhas foram utilizadas para produção de mel e de cera. Porém, o tempo permitiu novos tipos de aproveitamento dessa atividade, incluindo a produção de rainhas ou colônias de abelhas para outros apicultores (CRANE, 2009a).

Figura 04. Abelha melífera ou doméstica (*Apis mellifera* L.), a espécie mais conhecida no mundo



Nota: **A** – descrição da face da abelha *Apis mellifera* e **B** – vista do perfil da abelha. Fonte: Silva et al. (2014b).

É encontrado ainda subespécies da *Apis mellifera*, que podem ser divididas em três grupos com base na origem: Europeu, Oriental e Africano. O registro de literatura sugere que tenham sido introduzidas na América em 1638, na Austrália em 1822 e na Nova Zelândia em 1842 (COUTO; COUTO, 2006). Dentre elas podem ser destacadas a italiana, alemã, africana, cárnica, caucásias e mestiças (Quadro 06).

Quadro 06. Características principais de subespécies de *Apis mellifera*

Subespécies	Algumas características
<i>Apis mellifera ligustica</i> (Italiana ou Aurea)	Originária da Itália. Possui grande popularidade no mundo inteiro devido a sua beleza e mansidão, aliadas a uma produtividade invejável.
<i>Apis mellifera mellifera</i> (Alemã)	Procedente do Norte e Oeste dos Alpes europeus e Rússia Central. Apresenta grande atividade, resistente, dotada de tendência enxameatória. É agressiva e inquieta. Tem penugem preta orlada de penugem pardacenta.
<i>Apis mellifera scutellata</i> (Africana)	Originária da África. Bastante ativa, resistente, muito agressiva, de cor assemelha-se à italiana, sendo os machos de cor bronzeada, prolífera, com tendência acentuada à enxameação.
<i>Apis mellifera carnica</i> (Cárnica)	Originária dos Alpes Austríacos e antiga Iugoslávia. Apresenta cor clara acinzentada, é dócil, muito produtiva, exigente, caprichosa e tem tendência a enxamear.
<i>Apis mellifera caucasica</i> (Caucásia)	Procedente dos Vales do Cáucaso Central da Rússia. Apresenta cores variadas, muito mansas, produtivas, muito trabalhadoras. Sua cera é muito branca.
Mestiça	Originada de cruzamentos entre as demais subespécies de <i>Apis mellifera</i> .

Fonte: adaptado de Scheren (1986) e Couto e Couto (2006).

Essas subespécies têm se apresentado mais evoluídas e com uma organização mais complexa, dividindo-se em três distintas castas: rainha, operárias e zangões (SCHEREN, 1986). Normalmente, uma colmeia contém uma rainha, milhares de operárias, podendo chegar até 100 mil, e zangões, estimados entre 0 e 400 indivíduos. Nessa sociedade, altamente complexa e evoluída, cada integrante tem uma utilidade (COUTO; COUTO, 2006). Desse modo, nessa coletividade o elemento mais importante é a comunidade. A fim de explicação, se for para lutar em defesa do bem comum, não importa o tamanho do sacrifício, mil ou milhares de abelhas lançam-se à defesa (SCHEREN, 1986).

A rainha, do sexo feminino, é originada de ovo fecundado, contém um abdômen muito desenvolvido e asas fortes. Apresenta estatura maior em relação aos indivíduos da colmeia, é mais comprida do que o zangão, porém menos encorpada. Diferem-se das operárias por ter cabeça, antenas e glossa menores, mas se assemelham pela presença do ferrão, utilizado particularmente em luta com outra rainha. Ademais, a rainha tem um período de vida relativamente longo, vive geralmente três ou quatro anos, podendo excepcionalmente chegar a sete ou oito anos (SCHEREN, 1986). Tem a função de pôr ovos e manter a ordem social na colmeia. Sua vida reprodutiva tem início com a fecundação, que ocorre por volta do 5º ao 7º dia da sua vida adulta. Alguns dias após o “voo nupcial”¹, ela inicia a postura de ovos, que pode chegar a 2.500 em um único dia (COUTO; COUTO, 2006).

As operárias são do sexo feminino, originadas de ovos fecundados, apresentam metamorfose mais prolongada (21-22 dias), e durante a fase larval são alimentadas com uma mistura de néctar, pólen e mel. Diferente das rainhas, as operárias têm um período curto de vida, sobrevivendo entre 45 e 60 dias, podendo ainda ser estendido para em média 100 dias durante o inverno, quando as tarefas são reduzidas (SCHEREN, 1986). Elas têm a função de executar as atividades necessárias para a manutenção da colônia. Essas atividades estão relacionadas com o desenvolvimento glandular, a idade das operárias e a necessidade da colmeia. Para

¹ O voo nupcial corresponde ao período de acasalamento entre rainha e zangão. Esse voo é realizado por rainhas com cinco a sete dias de vida, que atraem zangões de uma distância de até cinco km. A cópula ocorre em pleno voo, a cerca de 10 metros de altura. Nesse momento, cada rainha pode ser fecundada por até 17 zangões, e o sêmen é armazenado para toda a vida reprodutiva numa estrutura especial da rainha, conhecida por espermateca. Imediatamente após a cópula, o zangão morre. Entre três e sete dias após a cópula a rainha inicia a postura de ovos (COUTO; COUTO, 2006).

tais obrigações, as abelhas dispõem de um ferrão funcional, uma glândula de veneno, um par de glândulas hipofaríngeas e um par de glândulas mandibulares (produtoras de geleia real), quatro pares de glândulas de cera, duas corbículas, uma glossa bastante longa, um par de mandíbulas e um palpo com grande capacidade de estocagem de líquidos. Verificam-se ainda, que as abelhas executam determinada tarefa conforme a idade, salvo em condições casuais, em que há necessidade de um deslocamento para outra atividade mais urgente (COUTO; COUTO, 2006).

Os zangões, por sua vez, pertencem ao sexo masculino, oriundos de ovos não fecundados. São mais peludos, roliços, muito encorpados, desprovidos de ferrão e possuem zumbido mais grave. Sua metamorfose dura entre 24 e 25 dias. Não realizam nenhuma atividade dentro da colmeia, sendo expulsos em períodos de carência de alimento (SCHEREN, 1986). Sua única utilidade é fecundar a rainha durante o voo nupcial, morrendo neste ato (SCHEREN, 1986; COUTO; COUTO, 2006).

Essas características peculiares das abelhas têm evidenciado a interação íntima entre os indivíduos da colônia, mantida por eficientes mecanismos de comunicação por meio de substâncias químicas (feromônio), danças e sons (COUTO; COUTO, 2006). Assim, observa-se que nos momentos mais frios as abelhas se aglomeram em forma de bola e se alimentam de mel. Isso ajuda manter a temperatura interna do ninho entre 30 e 36 °C, cuja faixa de aquecimento permite a eclosão dos ovos, o desenvolvimento da prole e o amadurecimento do mel recém-coletado (WIESE et al., 1987). Couto e Couto (2006) esclarecem também que em baixas temperaturas, as operárias se agrupam nos favos para reduzir a perda de calor. Nesse momento, as abelhas conseguem produzir calor por meio de microvibrações dos músculos torácicos de voo.

Já para reduzir a temperatura em virtude de calor, as abelhas utilizam basicamente duas estratégias: batem as asas para formar correntes de ar e chegam a carregar água para dentro da colmeia para amenizar a temperatura local quando a coleta de néctar não é suficiente (WIESE et al., 1987). Em outras palavras, na regulação da temperatura interna da colônia nessa ocasião, as operárias se distanciam dos favos, indo para fora do ninho, onde se agregam. Na entrada, abanam suas asas, gerando uma corrente de ar. Além disso, batem as asas em conjunto com

a exposição da língua umedecida em mistura de água e néctar, promovendo o processo de evaporação para diminuir a temperatura dentro da colônia (COUTO; COUTO, 2006).

Outra característica peculiar e fundamental tem sido a maneira como as abelhas se comunicam para colocar ordem na colmeia e para coletar recursos alimentares. Esses insetos não conseguem ouvir as ondas sonoras percebidas pelo homem, mas emitem sons e pios através de vibrações das asas, que significam ordens de serviço. As danças permitem a comunicação entre elas. Melhor dizendo, as danças em círculo e a do requebrado (em forma de oito) permitem indicar para as demais abelhas trabalhadoras (ou também chamadas de “campeiras”) a distância e a direção da fonte de alimento encontrado. Em outras palavras, o número de andadas na linha do centro, durante o espaço de $\frac{1}{4}$ de minuto, traduz na distância, enquanto o ângulo da linha de dança entre o sol e a colmeia indica a localização do alimento. Essa descoberta garantiu ao cientista Karl Von Frish o Prêmio Nobel de fisiologia em 1973 (WIESE et al., 1987).

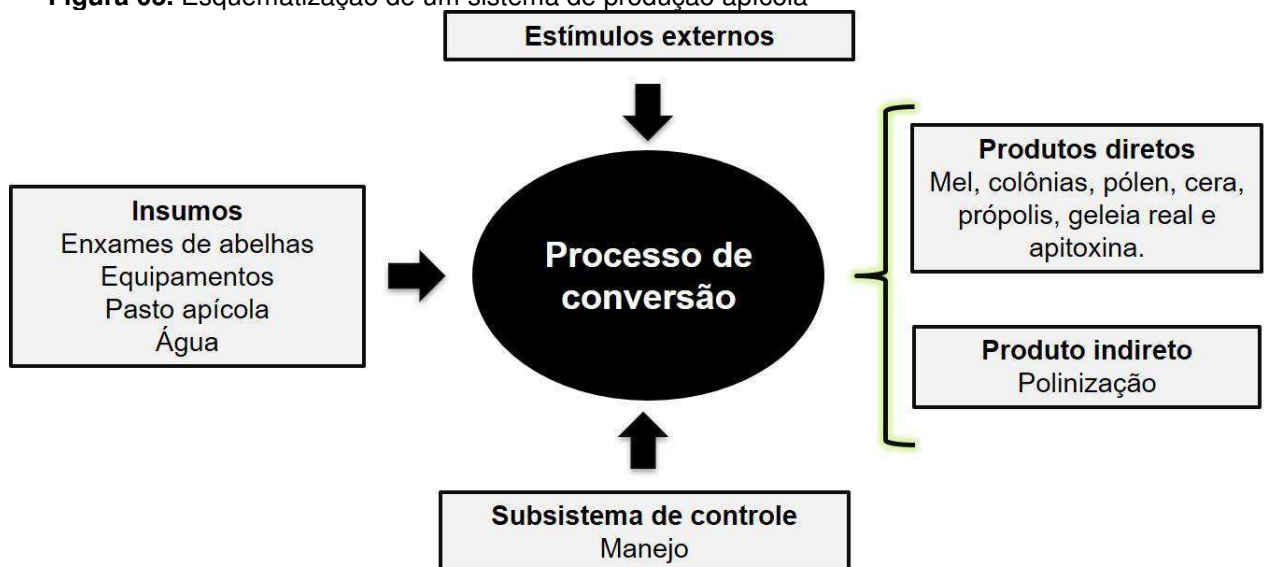
Mais precisamente em 1852, a apicultura subiu mais um degrau, desta vez com a criação da colmeia vertical, idealizada por Lorenzo Lorain Langstroth. Essa colmeia se oficializou nos Estados Unidos, na Argentina e Canadá (SCHEREN, 1986). A padronização da colmeia Langstroth, pela maioria das nações, almeja uniformizar o manejo, o uso de equipamentos e, sobretudo, facilitar a fabricação em série para reduzir os custos, o intercâmbio e a comercialização. Entretanto, a utilização dessa colmeia não se configura como uma obrigatoriedade para o apicultor (WIESE, 1995).

Desde o final do século XIX ocorreu grande interesse de muitos países na criação de abelhas mais produtivas. Com esse foco, cientistas começaram a importar espécies exóticas e raças de abelhas da Europa para fins experimentais. Assim, ambientes tropicais e subtropicais foram recepcionando essas novas espécies (CRANE, 2009a), como foi o caso do Brasil. A apicultura só começou a crescer adequadamente quando o homem aprendeu a salvaguardar o futuro dos enxames, duplicando-os com cuidado e supervisão. Hoje essa atividade tem sido muito mais eficiente e produtiva quando comparada com o tempo de Langstroth (CRANE, 1992).

As abelhas têm se espalhado, praticamente, por todas as partes do mundo, exceto nas extremas regiões polares (CRANE, 1992). Esses insetos foram retirados

da sua rotina natural a fim de suprir necessidades humanas através dos produtos apícolas que produzem. Desse modo, a apicultura pode ser compreendida como um sistema produtivo, dotado de valor. Para Chiavenato (2003) o entendimento de sistema remete a ideia principal de um conjunto de elementos interligados que almejam a formação de um todo. O todo, por sua vez, abrange propriedades e características particulares que não fazem parte de nenhum dos elementos isolados. Este autor vai além quando destaca os chamados sistemas abertos, considerados adaptativos, pois permitem se reajustar constantemente frente às condições do meio, apresentando interações através de inúmeras entradas e saídas, e admitindo uma troca de matéria e energia regularmente com o meio ambiente. É sobre essa análise que o sistema apícola do estudo em tela tem sido compreendido (Figura 05).

Figura 05. Esquematização de um sistema de produção apícola



Fonte: adaptado de Chiavenato (2003) e Pinheiro (2011).

Intensificando o assunto, Pinheiro (2011) esclarece que a cadeia de produção apícola não se difere dos demais sistemas de produção, haja vista que todos são constituídos por entradas (insumos) que passam pelo processo de conversão, originando as saídas (produtos). Sob esse prisma, o sistema de produção apícola tem sido considerado simples, envolvendo interfaces como equipamento, manejo, colheita, pós-colheita e gestão da produção (SEBRAE, 1999).

Na produção apícola, assim como nos demais processos agropecuários, o homem não tem o domínio direto sobre o procedimento de conversão, porém cabe a

ele a garantia de condições ideais para que as transformações realizadas pelas abelhas ocorram em perfeita sintonia (PINHEIRO, 2011). Nesse contexto, pontua-se que um sistema pode sair do seu equilíbrio a qualquer momento basta um estímulo produzido em uma parte ou unidade (CHIAVENATO, 2003). Neste caso, a produtividade apícola só será garantida quando os insumos, o manejo e os estímulos externos propiciarem condições ideais de desenvolvimento para as abelhas.

Sobre a produtividade apícola, Crane (2009c) considera que os produtos mais utilizados comercialmente até antes de 1950 eram o mel e a cera. A partir desse período, o preço do mel no mercado mundial começou a declinar em virtude da produção excedente. Diante disso, apicultores, em certos países tecnologicamente avançados, acabaram buscando outras oportunidades de extrair rendimento da apicultura, surgindo assim, novas potencialidade apícolas (Quadro 07).

Quadro 07. Síntese das principais potencialidades apícolas e suas utilidades para abelhas e sociedade

Produtos	Significado	Utilidade apícola	Utilidade social
<i>Veneno de abelha ou apitoxina</i>	Secreção produzida pela glândula de veneno de operárias ou de rainhas.	Utilizam-na como arma de defesa contra abelhas invasoras, bem como outros inimigos.	Na medicina humana é utilizada no tratamento de artrites e reumatismo.
<i>Cera</i>	Secreção produzida pelas glândulas cerígenas de abelhas operárias.	É utilizada na construção de favos para a criação de ninhada e armazenamento de alimentos.	Utilizada na fabricação de velas, na modelagem e fundição, em pomadas, cremes e loções.
<i>Geleia Real</i>	Secreção produzida pelas glândulas hipofaríngeas de abelhas operárias jovens.	A geleia real é utilizada pelas operárias, especialmente, para o desenvolvimento da rainha.	Usada como suplemento dietético especializado para combater anorexia ou emagrecimento, bem como produtos cosméticos.
<i>Mel</i>	Produzido a partir do néctar coletado das flores pelas operárias em conjunto as enzimas invertase, amilase e glicose-oxidase.	O mel é utilizado na alimentação de indivíduos adultos (operárias e zangões).	Utilizado no tratamento de problemas de vias respiratórias, na indústria alimentícia, e na fabricação de bebida alcoólica (hidromel).
<i>Pólen</i>	É produzido nas anteras das flores e coletado pelas abelhas campeiras.	É necessário para abelhas jovens, sendo um componente importante na alimentação das larvas.	Usado como suplemento alimentar (alto valor nutritivo) para seres humanos e animais domésticos.
<i>Polinização</i>	É a transferência do pólen contido na antera (parte masculina) para o estigma (parte feminina) da flor.	Permite a perpetuação de espécies vegetais.	Produção de frutos com maior diversidade genética.
<i>Própolis</i>	É uma resina vegetal que as abelhas coletam de certas plantas (da casca, da gema e das folhas).	É utilizada sozinha ou com cera de abelha na vedação de fendas e rachaduras e na mumificação de inimigos	Tratamento de problemas das vias respiratórias, do trato digestivo e da pele.

Fonte: adaptado de Itagiba (1997), Crane (2009c); Crane e Visscher (2009) e Maia-Silva et al. (2012).

Na literatura encontram-se, basicamente, dois métodos de prática de apicultura, o fixista e o migratório. Para Scheren (1986) a apicultura fixista, em maior uso, consiste em conservar o apiário sempre no mesmo local. Por outro lado, a apicultura migratória, bastante utilizada nos Estados Unidos e em países Europeus, consiste no transporte de colmeias para regiões com recursos florais para abelhas. Geralmente, com este procedimento tem-se buscado a polinização de culturas (SCHEREN, 1986).

Nesse contexto, Lima (1979) destaca algumas vantagens desses dois métodos em relação ao objetivo do apicultor. Para ele, a apicultura fixista deve ser adotada pelos amadores, ou seja, pelos iniciantes na criação, uma vez que não se exige grandes quantidades de mel nesse momento, e que a produtividade pode ser limitada com base na exploração da florada de uma única região. Por outro lado, este autor esclarece que para garantir uma maior expansão em termos comerciais com o método fixista, é necessário ter uma quantidade maior de colônias de abelhas (no mínimo 200), distribuída em vários apiários, cujas localizações respeitem a distância de 3000 metros para evitar o forrageamento das abelhas no mesmo pasto apícola.

Em relação à apicultura migratória, Lima (1979) acredita que esse método oferece muitas vantagens para o apicultor que deseja produzir mais mel, pois a migração de colônias de um lugar para o outro permite a exploração dos potenciais das floras de diversas regiões, possibilitando assim, uma produção de mel durante o ano inteiro. Com essa prática, a produção de mel pode alcançar o intervalo entre 80-100 litros anuais por colmeia forte, já pelo método de imobilização (método fixista) a produção fica entre 30-50 litros. Sobre esse enfoque, Couto e Couto (2006) apresentam outros valores, sendo a produtividade de apiários fixos em torno de 10 e 30 kg de mel/colmeia/ano e de apiários migratórios podem alcançar de 80 a 120 kg de mel/colmeia/ano.

Outras contribuições sobre a apicultura migratória são relatadas por Itagiba (1997). Na concepção deste autor, o método migratório de criação de abelhas requer mais trabalho e mais recursos financeiros haja vista que exige migrações com as colmeias várias vezes durante o ano. Contudo, esse deslocamento pode proporcionar uma produção média de 75 quilos de mel por colmeia por ano, já o método fixista a média de produtividade fica em torno de 25 quilos. Por outro lado, Couto e Couto

(2006) revelam que colmeias mantidas permanentemente num determinado local podem facilitar o manejo dos apiários.

Em suma, a abelha, considerada um inseto universal, tem se expandido cada vez mais por todas as partes do globo, acompanhando o desenvolvimento do homem. Enfim, as abelhas têm ofertado uma importância gigantesca para o homem. Tal reflexo tem sido fruto das suas diversas utilidades; em campo aberto, polinizam flores e multiplicam os frutos; em campo fechado, atuam nos laboratórios de pesquisa científica; em confeitarias, aprimoram o sabor de sobremesas; e em farmácias, vitalizam os remédios (WIESE et al., 1987). No Brasil, por exemplo, apresentam uma história extremamente rica, como demonstram as páginas seguintes.

3.6 HISTÓRICO DA APICULTURA BRASILEIRA: A MISCIGENAÇÃO E O APOGEU DAS ABELHAS AFRICANIZADAS

Provavelmente, no final do século XIX foram enviadas as primeiras colmeias de espécie *Apis mellifera* da Espanha e de Portugal para a América Central e do Sul, e conseqüentemente ao Brasil. Mais precisamente em 1838 que o padre Manoel Severiano (e um ano depois em 1839, o padre Antônio Carneiro) introduziu no Rio de Janeiro abelhas europeias: *Apis mellifera mellifera* (alemã) e *Apis mellifera carnica* (austríaca). Tais abelhas foram transportadas com o objetivo de produzir velas, a partir de cera apícola, para atender a demanda pelo produto nas missas da Corte (BALLIVIÁN et al. 2008). Reforçando essa conjuntura, Schirmer (1985) considera que os primeiros criadores de abelhas de que se têm notícia no país foram os jesuítas.

Sobre o assunto, Wiese (1995) destaca que as abelhas melíferas não são nativas do continente americano, elas vieram dos continentes europeu e africano. Para ele, a apicultura no Brasil teve início no ano de 1839, com a introdução das primeiras abelhas do gênero *Apis*, ainda no período do Império Dom Pedro II, através de autorização concedida ao padre Antônio José Pinto Carneiro. Essa permissão ficou expressa no Decreto nº 72, de 12 de julho de 1839, em que o governo concedeu ao padre Antônio Carneiro o privilégio de importar abelhas da Europa, ou da Costa Africana, também conhecidas como “abelhas do reino” para o Município da Corte, e Província do Rio de Janeiro (BRASIL, 1839).

Entre os anos de 1845 e 1880, novas colônias foram introduzidas por imigrantes italianos e alemães, que se estabeleceram na região Sul (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná), bem como no Sudeste do país, especialmente em São Paulo. Entre esse período, a abelha *Apis mellifera ligustica* (italiana ou amarela) foi também introduzida (BALLIVIÁN et al., 2008). De modo específico, Wiese (1995) relata que o imigrante Frederico Augusto Hanemann foi o responsável pela introdução da abelha italiana no Rio Grande do Sul em 1870. Este autor esclarece também que Emilio Schenck contribuiu para o ingresso desta abelha em 1906, sendo considerado inclusive o maior promotor da apicultura nacional a partir do Rio Grande do Sul.

Outra informação extremamente fundamental sobre o histórico da apicultura brasileira é datada de 1956, quando Warwick Estevam Kerr, importante pesquisador da área, trouxe da África para Piracicaba, interior de São Paulo, cerca de 50 abelhas rainhas africanas (*Apis mellifera scutellata*). Provavelmente um ano depois, 26 enxames com suas rainhas africanas escaparam acidentalmente e acabaram cruzando com outras espécies de abelhas europeias, introduzidas anteriormente no Brasil durante o século XIX (BALLIVIÁN et al. 2008). Deste cruzamento surgiram populações híbridas, denominadas de “abelhas africanizadas” ou AHB (*Africanized Honey Bee*) primeiramente por Gonçalves (1974). Essas abelhas são encontradas atualmente em todo o Brasil, praticamente em toda América do Sul, América Central, atingindo vários Estados norte-americanos (COUTO; COUTO, 2006).

A hibridização de abelhas no cenário brasileiro permitiu a origem de uma abelha com características próprias, mas muito parecidas com as africanas (COUTO; COUTO, 2006; CRANE, 2009a), por isso do nome “africanizada”. Esta abelha apresenta características peculiares, como: muito defensiva, porém menos do que a africana; tem grande facilidade de enxamear e realizar migração; é altamente produtiva, tolerante às doenças e se adapta bem a climas mais frios, trabalhando inclusive em temperaturas baixas, enquanto as abelhas europeias se recolhem durante esses períodos (BALLIVIÁN et al., 2008).

O transporte de abelhas *Apis mellifera* L. para novas áreas em ambientes tropicais ou subtropicais geraram efeitos de grande alcance (CRANE, 2009a). No caso específico do Brasil, o acidente da soltura de colônias africanas, em princípio gerou um grave problema, pois estas abelhas se espalharam em áreas, onde só se

conheciam apenas as abelhas europeias, que possuíam características mais suaves. Nesse período não se sabia o nível de agressividade que essas abelhas carregavam e nem a maneira como lidar com elas, então foram chamadas de “abelhas assassinas”. Contudo, o tempo passou, as características intrínsecas das abelhas africanizadas foram sendo conhecidas e o manejo foi sendo adaptado e aprimorado. O domínio sobre estas abelhas garantiu melhores rendimentos de mel, bem mais elevados do que a produção das abelhas europeias, utilizadas anteriormente (CRANE, 2009b).

De maneira geral, a introdução da *Apis mellifera* na geografia brasileira permitiu um desenvolvimento crescente da apicultura nacional, mesmo com as flutuações ocasionadas inicialmente com a introdução da abelha africana. Esse desenvolvimento foi consentido em virtude do potencial apícola do Brasil, que tem sido observado através de suas áreas diversas de flores e de clima propício, possibilitando o manejo durante todo o ano (COUTO; COUTO, 2006). Outros fatores também têm garantido esse apogeu, como: a adaptabilidade destes insetos com climas quentes; desenvolvimento muito mais rápido; são mais resistentes a doenças; são melhores polinizadoras; produzem mais mel; podem igualmente ser mantidas em climas quentes, onde as abelhas europeias dificilmente sobrevivem, como a Caatinga brasileira; produzem uma grande quantidade de própolis, que ultimamente tem se transformado uma importante fonte de renda adicional (DE JONG, 1996).

Todo esse percurso histórico presenciado no Brasil foi sintetizado e complementado por Silva (2014), como mostrado no Quadro 08. Este autor considera que a criação de abelhas no país pode ser compreendida em quatro fases distintas, que são: a 1ª diz respeito à meliponicultura (criação de abelhas sem ferrão) e o marco tecnológico melípona tradicional antes de 1839; a 2ª refere-se à introdução das subespécies europeias das abelhas *Apis* e do marco tecnológico apícola a partir de 1839; a 3ª menciona a introdução da subespécie *Apis mellifera scutellata* (africana) e as transformações do marco tecnológico apícola a partir de 1956; e por último, a 4ª fase compete à expansão da apicultura e a renovação do interesse pela meliponicultura a partir de 2000.

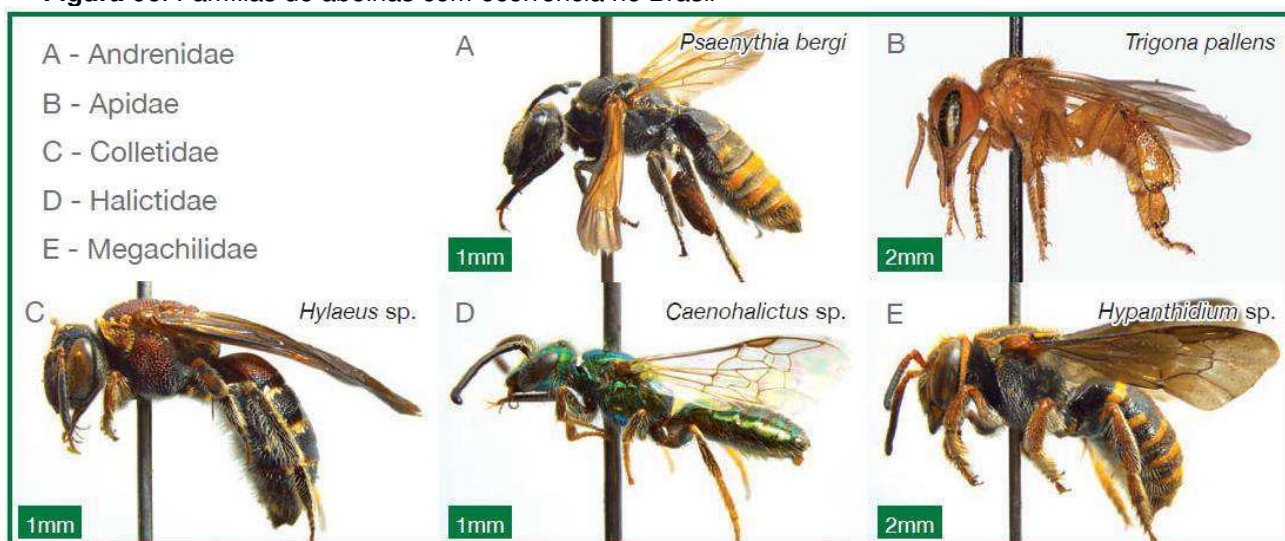
Quadro 08. Fases históricas da criação de abelhas no Brasil

	Fases	Breve descrição
1ª	<i>Meliponicultura e marco tecnológico meliponícola tradicional antes de 1839</i>	Compreende o período anterior à introdução das <i>Apis</i> e do marco tecnológico apícola (ambos de origem europeia) no país.
2ª	<i>Introdução das subespécies europeias das abelhas Apis e do marco tecnológico apícola a partir de 1839</i>	Inicia-se em 1839 com a introdução das abelhas do gênero <i>Apis</i> no país pelo Padre Jesuíta Antonio Carneiro Aureliano que as trouxe da cidade do Porto em Portugal com o objetivo de extrair cera para a produção de velas. Juntamente com as <i>Apis</i> , a partir desse momento começou a ser transposto para o Brasil também o marco tecnológico próprio da apicultura que foi construído durante séculos na Europa.
3ª	<i>Introdução da subespécie africana Apis mellifera scutellata e as transformações do marco tecnológico apícola a partir de 1956</i>	Começa por volta de 1950, quando um grupo de apicultores brasileiros percebe o grande potencial nacional para a apicultura (clima tropical e flora abundante e diversificada).
4ª	<i>Expansão da apicultura e a renovação do interesse pela meliponicultura a partir de 2000</i>	Inicia-se por volta do ano 2000, quando ocorre um intenso processo de expansão da produção e exportação de méis de <i>Apis</i> brasileiros.

Fonte: adaptado de Silva (2014).

No recorte geográfico brasileiro, estimativas têm indicado a existência de mais de 3.000 espécies de abelhas distribuídas em cinco grupos familiares (Andrenidae, Apidae, Colletidae, Halictidae e Megachilidae), conforme podem ser identificadas na Figura 06 (SILVEIRA; MELO; ALMEIDA, 2002; SILVA et al., 2014b). Tal riqueza de espécies tem sido atribuída à flora brasileira, cuja diversidade fornece importante fonte alimentar para esses insetos.

Figura 06. Famílias de abelhas com ocorrência no Brasil



Fonte: Silva et al. (2014b). Fotos: Kátia Aleixo.

Em regra, as diversas regiões brasileiras apresentam importantes características que favorecem o desenvolvimento da apicultura (SCHEREN, 1986). Não tem sido por acaso que o Brasil se encontra na 11ª posição como um dos principais produtores de mel do mundo (Tabela 01) (FAOSTAT, 2013).

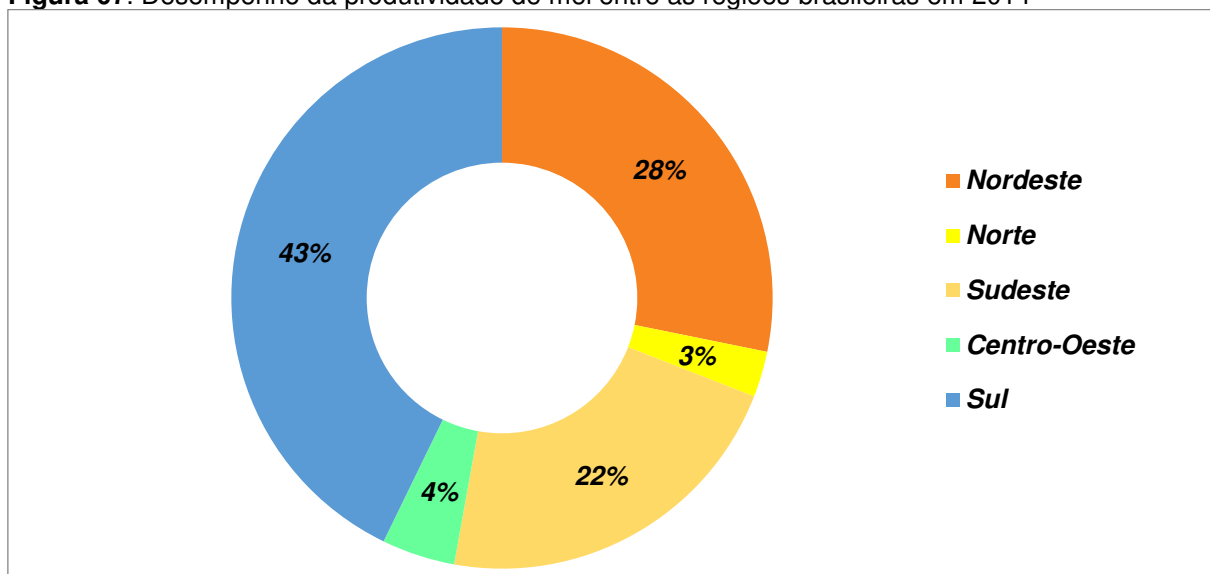
Tabela 01. Principais produtores mundiais de mel natural no ano de 2013

Classificação	Países	Produtividade (Toneladas)	Detalhe dos dados
1º	China	451600	A
2º	Turquia	88162	*
3º	Argentina	75500	F
4º	Ucrânia	70134	*
5º	Estados Unidos da América	66720	*
6º	Rússia	64898	*
7º	Índia	61000	F
8º	México	58602	*
9º	Irã	48000	F
10º	Etiópia	45905	*
11º	Brasil	33571	*
12º	Espanha	29735	*
13º	Canadá	29440	*
14º	Tanzânia	28500	F

Fonte: FAOSTAT (2013). Descrição dos detalhes sobre os dados da produtividade de mel: A = dados agregados, podendo incluir dados oficiais, semioficiais ou estimados; F = dados estimados; e * = dados oficiais.

No Brasil não se tem excesso de frio, com exceção de algumas localidades mais elevadas e na parte sul, o que não impede a existência de flores em todos ou em quase todos os meses do ano. A situação mais agravada tem sido vivenciada na região Nordeste, onde os recursos florais ficam escassos durante vários meses em virtude de baixas pluviosidades (SCHEREN, 1986). Mesmo diante desse cenário, essa região não tem sido impedida de contribuir com uma parcela significativa para a produtividade de mel nacional. Conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2014, observa-se que o Nordeste tem sido responsável pela segunda maior produção de mel natural (28%) do país, ficando atrás apenas da região Sul que tem o montante de 43% (Figura 07).

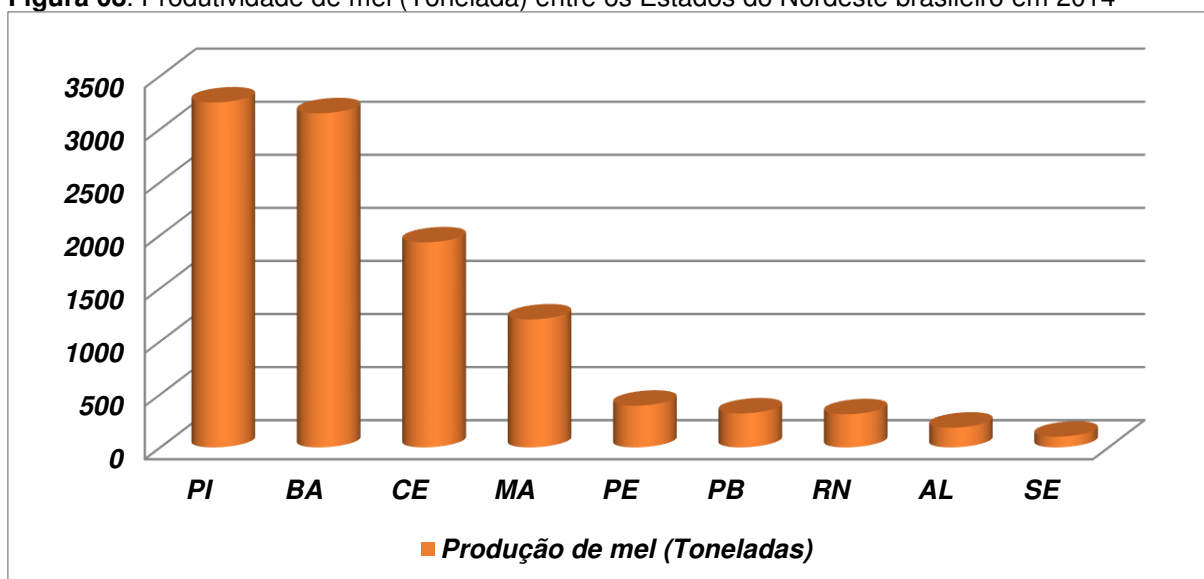
Figura 07. Desempenho da produtividade de mel entre as regiões brasileiras em 2014



Fonte: IBGE (2014).

A produtividade de mel nos estados do Nordeste (Figura 08) pode ser amparada por estratégias que solucionam facilmente o problema da estiagem. Como observado nas áreas irrigadas que crescem cada vez mais nessa região, as flores se fazem ou se podem fazer presentes durante todo o ano. E na ausência de irrigação, existe a possibilidade de plantar recursos florais, capazes de florescer durante a longa estação seca (SCHEREN, 1986), cujos exemplos de espécies vegetais podem ser identificados no livro “Guia de plantas visitadas por abelhas na Caatinga” (MAIA-SILVA et al., 2012).

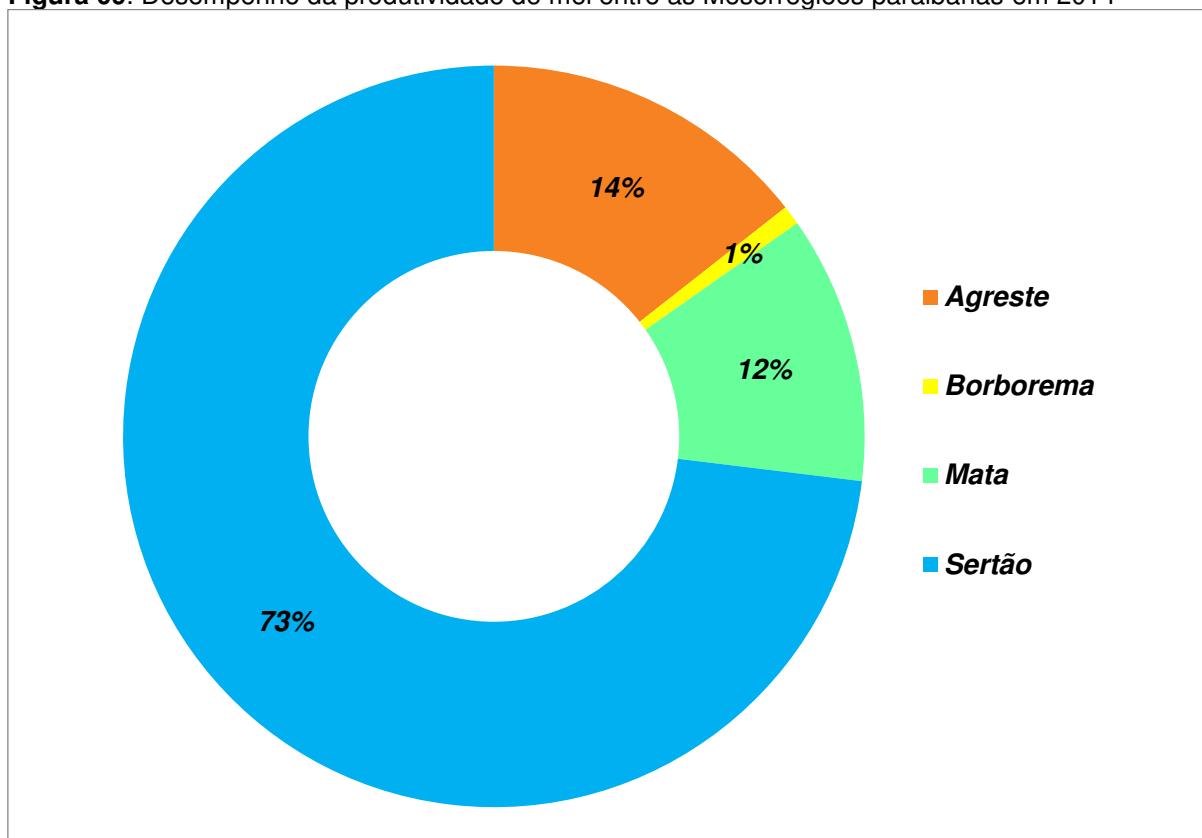
Figura 08. Produtividade de mel (Tonelada) entre os Estados do Nordeste brasileiro em 2014



Fonte: IBGE (2014).

Considerando a produção de mel no Nordeste brasileiro, a Paraíba tem se destacado na 6ª posição, ficando atrás do Piauí, Bahia, Ceará, Maranhão e Pernambuco. Ainda com base nos dados de 2014, levantados pelo IBGE, verifica-se que entre as mesorregiões (Agreste, Borborema, Mata e Sertão) da Paraíba, o Sertão Paraibano tem liderado a produção desse produto apícola com 73%, seguido do Agreste paraibano (14%), da Mata Paraibana (12%) e da Borborema (1%). Esse levantamento foi importante para a seleção de apicultores, capazes de contribuir com o desenvolvimento desta Tese. O desempenho produtivo de mel em cada Mesorregião pode ser observado na Figura 09.

Figura 09. Desempenho da produtividade de mel entre as Mesorregiões paraibanas em 2014



Fonte: IBGE (2014).

Em uma análise mais específica, realizou-se um levantamento da contribuição de cada município no tocante a produção de mel no estado da Paraíba. De acordo com esse levantamento, foi possível identificar os municípios paraibanos com maior produção de mel, os quais são apresentados em ordem crescente: Catolé do Rocha, Triunfo, Salgado de São Félix, São José da Lagoa Tapada, Araçagi, Pitimbu, Lagoa, Jericó, Riacho dos Cavalos e Poço de José de Moura (Tabela 02).

Tabela 02. Principais produtores de mel da Paraíba no ano de 2014

Classificação	Municípios	Produção de mel (kg)	Mesorregiões
1º	Catolé do Rocha	103.000	Sertão Paraibano
2º	Triunfo	62.000	Sertão Paraibano
3º	Salgado de São Félix	12.000	Agreste Paraibano
4º	São José da Lagoa Tapada	9.000	Sertão Paraibano
5º	Araçagi	8.240	Agreste Paraibano
6º	Pitimbu	6.200	Mata Paraibana
7º	Lagoa	5.300	Sertão Paraibano
8º	Jericó	5.000	Sertão Paraibano
9º	Riacho dos Cavalos	5.000	Sertão Paraibano
10º	Poço de José de Moura	4.900	Sertão Paraibano

Fonte: IBGE (2014).

Embora a produção de mel no estado da Paraíba tenha gerado oportunidades financeiras para os apicultores e/ou agricultores familiares, a apicultura ainda tem enfrentado alguns entraves durante a produção, que acaba gerando perdas e uma produtividade imprópria para o consumo. Sobre essa questão, Costa (2015) revelam que dentre as etapas do processo produtivo, o manejo tem sido a etapa que causa maior impacto. Este autor ressalta também que os maiores dilemas enfrentados pela apicultura paraibana têm sido: a proximidade do apiário com a criação de animais, a falta de higiene durante o processo de coleta e beneficiamento do mel e a falta de calendário floral. Tais inconveniências vislumbram a necessidade de avaliar os níveis de sustentabilidade desses sistemas apícolas. Desse modo, enfatiza-se mais uma vez a relevância desta Tese, a qual permitiu a evidenciação das limitações e potencialidades acerca da sustentabilidade da apicultura fixa e migratória no Semiárido brasileiro. Adiante, aprofunda-se o discurso sobre os problemas que têm arriscado o futuro das abelhas.

3.7 ABELHAS E FUTURO: UM CAMINHO INCERTO

A biosfera tem se aproximado de uma transição crítica, como resultado da influência humana (BARNOSKY et al., 2012), limitando a capacidade da Terra (ROCKSTRÖM et al., 2009) e ameaçando sua biodiversidade (MACE et al., 2014). Atualmente, as alterações do uso e ocupação do solo sobre os biomas têm se comportado predominantemente antropogênicas (ELLIS et al., 2010). Uma dessas

intervenções tem sido a fragmentação de habitat, que provoca sérias alterações na riqueza, composição, abundância e comportamento dos polinizadores (VIANA et al., 2012). Sobre essa questão, Kennedy et al. (2013) revelam que a sobrevivência dessas espécies dependerá tanto da manutenção de habitats de alta qualidade (riqueza de espécie vegetais) em torno de fazendas quanto de práticas de gestão locais, capazes de compensar os impactos da agricultura intensiva de monoculturas.

A modificação dos habitats naturais tem cada vez mais ameaçado os serviços de polinização (BIESMEIJER et al., 2006; POTTS et al., 2010). Diversos estudos têm evidenciado que as ameaças à biodiversidade e aos polinizadores têm sido fruto, principalmente, do desmatamento (KENNEDY et al., 2013), de perturbações ambientais (BROADBENT et al., 2008), da urbanização (MCKINNEY, 2006), do estresse nutricional (NAUG, 2009) e do uso de pesticidas (BRITAIN et al., 2010; BRITAIN; POTTS, 2011). Nesse sentido, o declínio das populações de abelhas pode ter importantes consequências ecológicas e econômicas, arriscando a manutenção da diversidade de plantas silvestres e a estabilidade ecossistêmica (AIZEN; HARDER, 2009; GALLAI et al., 2009; GARIBALDI et al., 2013).

Nas últimas décadas pesquisadores têm investigado como a fragmentação dos habitats tem afetado a interação entre planta e polinizador (ANDRIEU et al., 2009), demonstrando que a combinação de áreas agrícolas e naturais tem sido fundamental para o fornecimento de recursos alimentares alternativos e de nidificação (WRATTEN et al., 2012; KENNEDY et al., 2013; BENJAMIN; REILLY; WINFREE, 2014). A qualidade e quantidade desses recursos naturais também têm sido importantes para a nutrição adequada ao desenvolvimento de colônias de abelhas saudáveis (PASQUALE et al., 2013; NAUG, 2009). Para Brodschneider e Crailsheim (2010), as colônias que enfrentam uma limitação de nutrientes essenciais, tais como pólen, aminoácido ou vitamina em particular, têm redução na produção de cria, podendo afetar a sobrevivência dessas colônias no futuro.

Diante dessas constatações, mais atenção precisa ser dada ao uso de práticas que protegem as abelhas, incluindo a seleção de pesticidas menos tóxicos, cuidados com a pulverização, a qual precisa ser realizada durante a noite e quando a cultura não estiver em floração (CRANE, 2009b). Além disso, Pilati e Prestamburgo (2016) evidenciam que os apicultores precisam ter muito cuidado com a apicultura migratória,

já que as colmeias são transferidas várias vezes por ano. O deslocamento de colmeias pode gerar problemas graves em relação à seleção e ao controle de pesticidas (inseticidas, fungicidas, herbicidas) aplicados em áreas cultivadas e circundantes, bem como pode propagar doenças. Dessa maneira, a proteção da saúde das abelhas tem sido uma questão fundamental.

Com este referencial, verificou-se a importância incalculável dos polinizadores, especialmente das abelhas, para o futuro do Planeta. Contudo, vários fatores têm alertado que as abelhas têm caminhado para um futuro incerto. Dessa forma, compreender como esses fatores afetam a sustentabilidade da atividade apícola, desenvolvida em ambiente Semiárido, a partir de indicadores tem se tornado premente para o direcionamento de planos de conservação para esses insetos, bem como para o aprimoramento da criação racional de abelhas africanizadas, garantindo, dessa forma, que a polinização e os produtos apícolas sejam mantidos para as presentes e futuras gerações.

Os suportes teóricos, apresentados até o momento, contribuíram de forma significativa para a elucidação da problemática desta pesquisa. Em outras palavras, a percepção sobre o desenvolvimento sustentável, o conhecimento sobre as diversas ferramentas metodológicas de avaliação da sustentabilidade, a compreensão do ciclo avaliativo da proposta MESMIS, a abordagem histórica da apicultura, desde sistemas naturais até a configuração de sistemas produtivos, e os principais desafios enfrentados pelos polinizadores na atualidade permitiram o aprofundamento do entendimento em torno da sustentabilidade dos sistemas apícolas fixistas e migratórios. Tal alicerce teórico auxiliou, ainda, na concretização dos passos metodológicos da ferramenta MESMIS, os quais estão descritos na próxima seção.

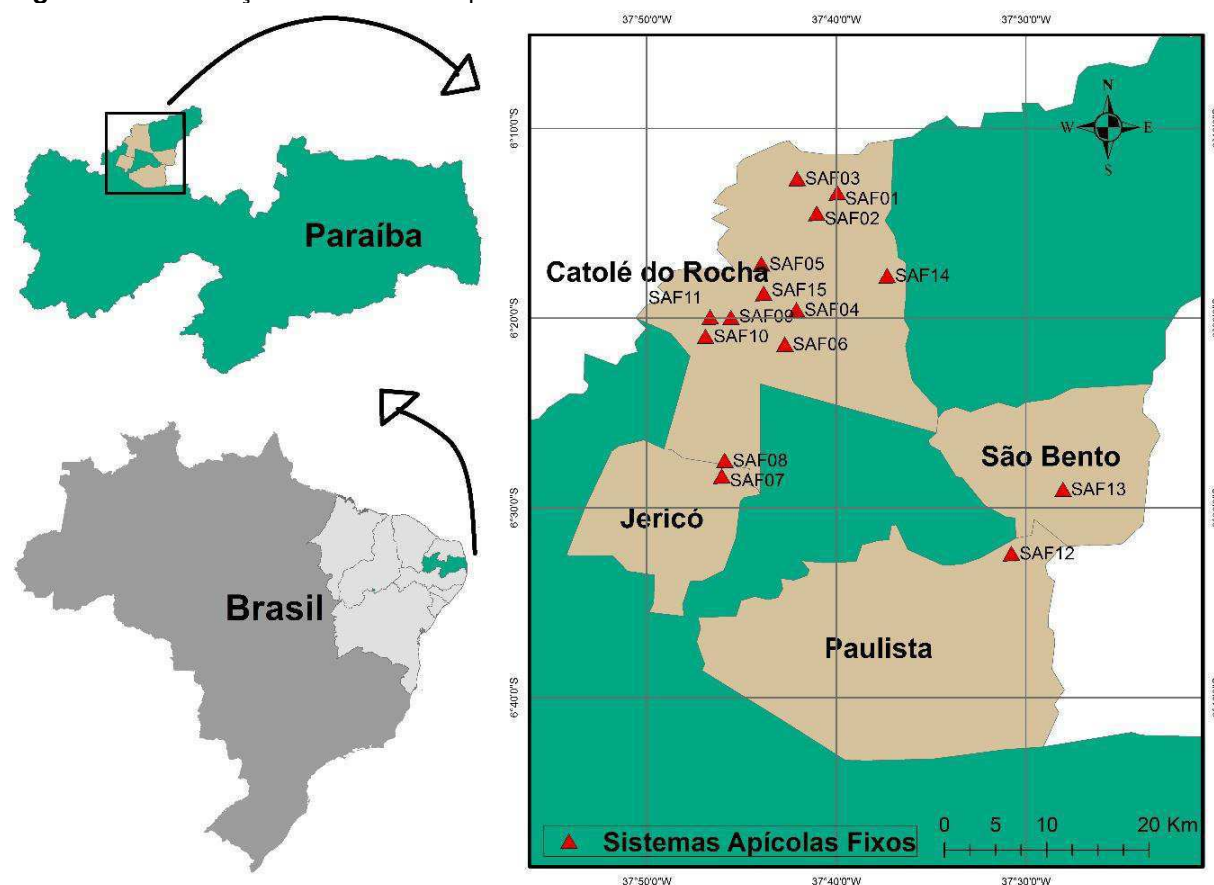
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Revela-se, nesta seção, o percurso metodológico utilizado no desenvolvimento deste estudo de doutoramento. Inicialmente, apresenta-se a caracterização da pesquisa, envolvendo suas facetas. Na sequência, o método selecionado (MESMIS) é descrito de forma sequenciada, obedecendo seu arranjo metodológico. Por último, desvela-se o procedimento estatístico utilizado.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Esta tese foi desenvolvida, sobretudo, em ambiente Semiárido, inserido no Nordeste brasileiro, envolvendo as seguintes unidades federativas: Ceará (CE), Piauí (PI), Maranhão (MA), Rio Grande do Norte (RN) e Paraíba (PB). Neste Estado, em particular, foram selecionados 19 apicultores (15 fixistas e 04 migratórios) da Mesorregião Sertão Paraibano, mais precisamente nos seguintes municípios: Catolé do Rocha, Jericó, Paulista, Riacho dos Cavalos e São Bento (Figuras 10 e 11).

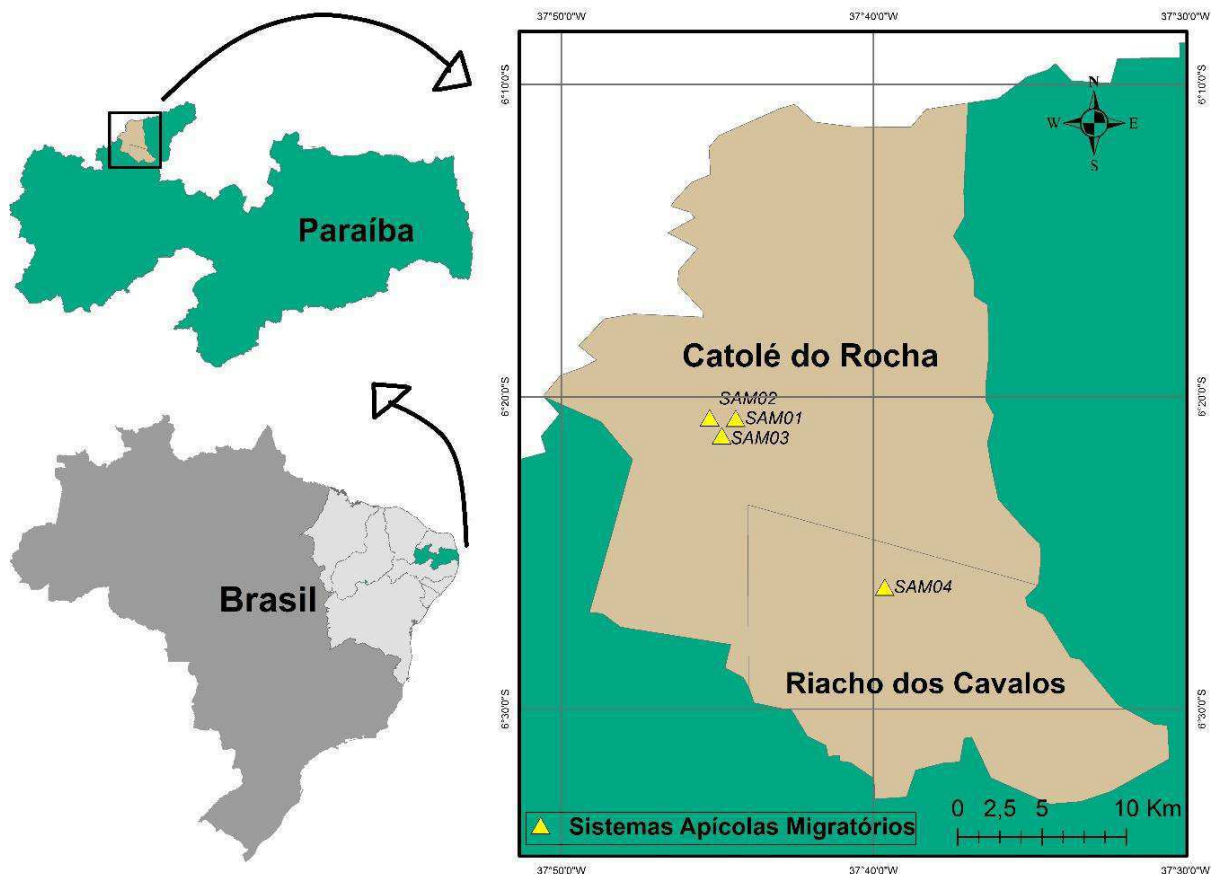
Figura 10. Localização dos sistemas apícolas fixista



Fonte: IBGE (2006). Elaboração: Carlos Antonio Lira Felipe Neto.

Os 15 apicultores fixistas e suas famílias apresentaram maior representatividade no município de Catolé do Rocha (12 representantes), estando os demais situados nos municípios de Jericó (01), Paulista (01) e São Bento (01). Já os grupos familiares migratórios encontram-se distribuídos da seguinte forma: Catolé do Rocha (03) e Riacho dos Cavalos (01). Diante disso, nota-se que o município de Catolé do Rocha se destaca em ambas abordagens de criação de abelhas. Chama-se, ainda, a atenção para o mapa de localização dos grupos familiares dos sistemas apícolas migratório (Figura 11) em virtude do registro geográfico representar apenas o local de moradia da família (onde as entrevistas foram realizadas). É necessário esclarecer que o desenvolvimento dos sistemas apícolas fixistas se limita ao recorte paraibano, enquanto os sistemas migratórios abrangem as seguintes unidades federativas: CE, PI, MA, RN e PB.

Figura 11. Localização dos grupos familiares dos sistemas apícolas migratórios



Fonte: IBGE (2006). Elaboração: Carlos Antonio Lira Felipe Neto.

Nota: Não foi possível coletar o ponto geográfico dos apiários migratórios em detrimento da sua distribuição pelo Nordeste brasileiro, perpassando as seguintes unidades federativas: CE, PI, MA, RN e PB.

O desnivelamento entre os modelos de manejo apícola estudados é decorrente do reduzido número de apicultores migratórios atuantes, porém representativo de sua realidade. Justifica-se o fechamento amostral dos sistemas apícolas fixos pelo estado de saturação (GIL, 2008), pois elevar o número amostral desses sistemas não geraria novas contribuições de intensidade para o estudo, apenas representaria um incremento repetitivo de informações já declaradas. Na concepção de Minayo (2017) uma amostra ideal tem a capacidade de refletir, em quantidade e intensidade, as diversas interfaces de determinado fenômeno.

Considerando o recorte temporal, o período de levantamento de dados ocorreu entre 2017 e 2018, sendo considerado os anos produtivos de 2016 e 2017. Para a compreensão do fenômeno em questão, foram utilizados dados primários e secundários a partir do emprego de alguns procedimentos importantes, como: pesquisa bibliográfica, pesquisa em fontes documentais e pesquisa empírica. Esta pesquisa, singularmente, garantiu maior aproximação entre o arcabouço teórico e o cotidiano dos apicultores do Semiárido brasileiro.

Declara-se, ainda, que esta investigação, no que diz respeito a forma de abordagem quanto ao seu problema, classifica-se como pesquisas qualitativa e quantitativa. Em outras palavras, a pesquisa quantitativa trata da magnitude do fenômeno, buscando aquilo que se repete, que pode ser contado (quantidade), ou seja, garantindo a sua homogeneidade (MINAYO, 2017). Por outro lado, esta mesma autora considera que a pesquisa qualitativa versa sobre a intensidade do fenômeno, buscando suas singularidades e seus significados, características que o tornam específico (qualidade). É importante esclarecer que o conjunto de dados quantitativos e qualitativos não se confronta, porém se complementa, permitindo uma interação dinâmica da realidade estudada (MINAYO et al., 1994; MINAYO; MINAYO-GOMÉZ, 2003).

As características deste estudo, descritas até o momento, têm se sustentado uma vez que foram levados em consideração, na compreensão do fenômeno estudado, a literatura especializada, a percepção e a contribuição dos apicultores e a observação não participante da equipe de pesquisa. Esta, por sua vez, representa um ponto central no desdobramento desta pesquisa, mesmo sabendo que o pesquisador assume o papel de espectador, presenciando o fato, mas não participando dele

(PRODANOV; FREITAS, 2013). Isso é possível por se tratar de uma observação consciente e dirigida para um fim determinado, seguindo um procedimento sistemático (MARCONI; LAKATOS, 2003).

Quanto ao processo de análise dos dados, foram aplicadas técnicas de normalização, ponderação e apresentação, a fim de assegurar uma representação aproximada da realidade do estudo, cuja finalidade é exigida pelo processo avaliativo das ferramentas metodológicas de sustentabilidade. O conjunto dessas técnicas permite considerar que esse processo se fundamentou na triangulação de métodos. Esta estratégia de pesquisa se baseia em métodos científicos testados e consagrados, capazes de se adaptarem a determinadas realidades em bases interdisciplinares (MINAYO et al., 2005). Por outra forma, fala-se da contribuição e do uso específico de vários instrumentos, para melhor compreender e explicar a materialização dos fenômenos (MINAYO; MINAYO-GÓMEZ, 2013).

Essa conjuntura de atributos metodológicos qualifica esta Tese como “estudo de caso”, por se tratar de um procedimento técnico de estudo profundo sobre um fenômeno atual dentro do seu contexto real, de maneira que se permitiu o seu amplo e detalhado conhecimento (GIL, 1999). Tal procedimento foi adequado para esta investigação, pois se analisou comparativamente duas propostas de sistemas apícolas mediante uma aplicação minuciosa, ancorada em indicadores de sustentabilidade.

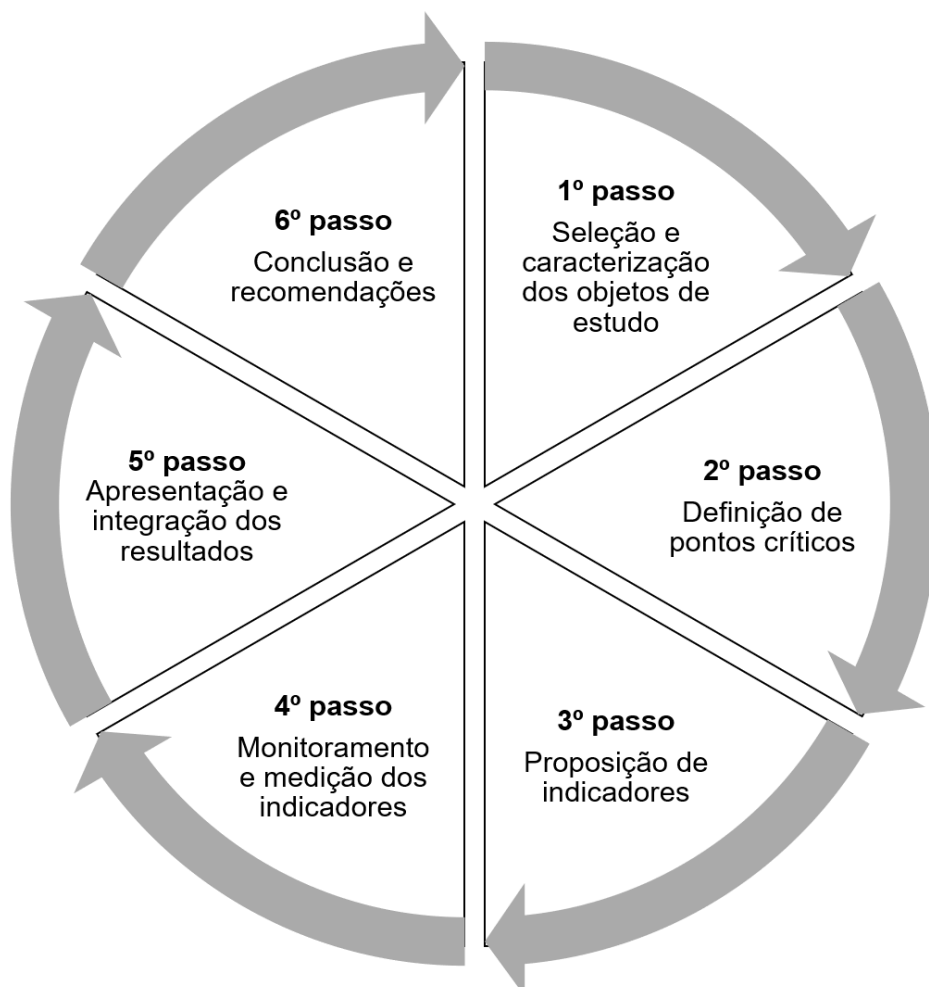
4.2 FERRAMENTA DE ANÁLISE

Para o desenvolvimento deste estudo aplicou-se o método MESMIS, contemplando suas dimensões propostas: ambiental, social e econômica. Essa escolha se deu em virtude dessa ferramenta apresentar uma estrutura flexível, dada a sua capacidade de adaptação a diferentes contextos locais (MASERA; ASTIER; LÓPES-RIDAURA, 1999). Além disso, esse método requer a participação de todos os envolvidos, incluindo, por exemplo, os apicultores, no processo avaliativo. Trata-se de uma ferramenta que comporta indicadores qualitativos e quantitativos, os quais costumam ser representados em gráficos do tipo radar (ou ameba) (CÂNDIDO et al. 2015). Sob esta perspectiva, Reed et al. (2005) destaca que a combinação de dados

qualitativos e quantitativos em estudos interdisciplinares permitem o conhecimento ampliado dos seus problemas socioambientais.

A proposta metodológica do MESMIS é composta por um ciclo avaliativo com seis passos (MASERA; ASTIER; LÓPES-RIDAURA, 1999), buscando a evidenciação da sustentabilidade de sistemas investigados, de forma comparativa. No caso particular deste estudo, identificou-se, comparativamente, os níveis de sustentabilidade de sistemas apícolas fixos e migratórios em ambiente Semiárido, nas perspectivas ambiental, social e econômica. Buscando esclarecer melhor o caminho percorrido, expõe-se na Figura 12 a determinação de cada passo proposto pelo MESMIS.

Figura 12. Ciclo avaliativo do método de estudo



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

4.2.1 Seleção e caracterização dos objetos de estudo (1º passo)

O ciclo avaliativo do MESMIS teve início com um levantamento de informações a partir de referencial bibliográfico, o qual permitiu maior aproximação teórica entre os pesquisadores e a atividade apícola desenvolvida no Semiárido brasileiro. Os dados secundários da produtividade de mel, disponibilizados na plataforma do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), conduziu uma análise preliminar para a seleção do recorte geográfico do estudo. Dessa forma, constatou-se que a Mesorregião Sertão Paraibano, mais precisamente a Microrregião de Catolé do Rocha, era responsável pela maior produtividade de mel da Paraíba. Sendo assim, foi possível realizar o direcionamento do estudo para essa região.

Na sequência, realizou-se um levantamento de associações e/ou cooperativas atuantes na região selecionada, a fim de definir um grupo de apicultores disposto a contribuir para o desenvolvimento desta proposta. Desse modo, foi possível localizar e contatar, em 2016, a Cooperativa de Apicultores de Catolé do Rocha (COOAPIL), a qual teve uma atuação significativa para o andamento e a concretização deste estudo.

O primeiro encontro dos pesquisadores com um grupo de apicultores da região ocorreu em janeiro de 2017. Esse encontro foi relevante por ter iniciado o processo de diálogo entre atores envolvidos na investigação. Por um lado, os pesquisadores tiveram a oportunidade de explorar a proposta de tese e sua contribuição para o desenvolvimento da apicultura na região. Em contrapartida, os apicultores participaram do processo, externalizando os principais desafios enfrentados pela apicultura na região. Essa primeira interação, conjuntamente com a literatura especializada levantada, embasou a elaboração de uma entrevista semiestruturada contemplando questões abertas e fechadas, cujo instrumento de pesquisa foi utilizado para a coleta de dados primários. No entendimento de Marconi e Lakatos (2003) na entrevista semiestruturada, o pesquisador tem a liberdade para conduzir cada situação na direção desejada, permitindo uma exploração mais ampla de cada questão. Tal estratégia permitiu a integração de informações adicionais ao arranjo da entrevista.

A pesquisa de campo, destinada ao levantamento de dados primários, ocorreu entre os meses de outubro de 2017 e março de 2018, sendo tabulados em planilhas do programa *Microsoft Office Excel* 2016. É oportuno explicar que na definição das unidades apícolas (objetos desta investigação) foi considerado o interesse por

acessibilidade ou por conveniência dos apicultores. Os adeptos da proposta tornaram-se atores colaboradores deste processo investigativo. Em cada encontro, o pesquisador responsável abordou a problemática e os objetivos do estudo, situando o apicultor responsável pelo sistema apícola (fixo ou migratório) a fim de esclarecer qualquer dúvida naquele momento, inclusive, de atender questionamentos futuros. Os Sistemas Apícolas Fixos estão mencionados, simplificada, ao longo deste estudo, como SAF01, SAF02, SAF03, SAF04, SAF05, SAF06, SAF07, SAF08, SAF09, SAF10, SAF11, SAF12, SAF13 SAF14 e SAF15. Tal simplificação também foi estabelecida para os Sistemas Apícolas Migratórios (SAM01, SAM02, SAM03 e SAM04) como forma de garantir o sigilo da fonte. Pontua-se, ainda, que cada etapa seguiu as exigências acordadas pelo Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme instruções do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Campina Grande (CEP/HUAC).

Durante os encontros foram coletadas 17 amostras de méis (200 mililitros cada) para diagnóstico de qualidade. Essas amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Inspeção de Produtos de Origem Animal (LIPOA) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), sendo submetidas às análises de quatro parâmetros físico-químicos (umidade, pH, acidez, hidroximetilfurfural), dois parâmetros microbiológicos (coliformes termotolerantes e fungos) e um parâmetro sensorial (cor). Tais análises foram conduzidas em duplicata, permitindo a representação de cada parâmetro pela sua média. Esses resultados foram analisados com base nos valores de referência preconizado pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel (BRASIL, 2000). É necessário esclarecer que outros parâmetros físico-químicos deixaram de ser incluídos nesse diagnóstico em detrimento do atraso de reagentes.

Pontua-se também que cada análise de mel seguiu um procedimento específico. Sendo assim, para determinações da umidade (%) e da cor (mm Pfund) foram utilizados, respectivamente, os seguintes aparelhos de leitura: Refratômetro (Atago) e HI 83221 *Honey Color Analyzer* (HANNA). No caso das determinações de pH, acidez (meq/kg) e Hidroximetilfurfural (mg/kg) foram adotados os protocolos do Instituto Adolfo Lutz (ZENEBO; PASCUET; TIGLEA, 2008). Por último, coliformes

termotolerantes (NMP/g) e fungos (UFC/g) foram obtidos a partir de métodos analíticos oficiais (BRASIL, 2003).

As pesquisas de campo possibilitaram, ainda, o registro fotográfico e a marcação das coordenadas geográficas pelo *Global Position System* (GPS) de unidades de estudo analisadas. No caso dos sistemas migratórios a captura do posicionamento geográfico não pôde ser realizado, visto que as colmeias migratórias se encontram constantemente em novos ambientes, como esclarecido na seção destinada à apresentação dos resultados. Esta limitação foi minimizada em virtude da colaboração dos apicultores migratórios, que prontamente encaminharam fotografias do transporte das colmeias, da situação dos apiários, do pasto apícola (paisagem) e de etapas do processamento do mel, reforçando o processo participativo no desdobramento desta investigação.

Considera-se, portanto, que a harmonização do aporte teórico, da colaboração dos apicultores, de informações obtidas pelo representante da COOAPIL, do banco de dados primários e secundários, dos registros fotográficos e do olhar observador dos pesquisadores, conduziu uma caracterização robusta dos 19 sistemas apícolas estudados. Tal diagnóstico revelou uma aproximação da realidade vivenciada pela apicultura fixa e migratória na região semiárida brasileira, tendo como abordagem a sustentabilidade.

4.2.2 Definição de pontos críticos (2º passo)

Finalizada a caracterização dos sistemas apícolas, o estudo teve continuidade com a definição dos pontos críticos. Nesse processo, apropriaram-se, especialmente, da observação não participante, explorando a percepção da equipe de pesquisa, das variáveis preconizadas pelo método (MESMIS) e do contexto vivenciado pelos apicultores, envolvendo também suas práticas de manejo. Pontua-se, ainda, que a observação dos pesquisadores possibilitou o confronto de dados primários com dados secundários, garantindo um respaldo mais genuíno da realidade dos sistemas apícolas estudados. Com base nessas perspectivas, os pontos críticos foram definidos considerando, estrategicamente, os aspectos fortalecedores e limitantes que têm condicionado a (in)sustentabilidade desses sistemas apícolas ao longo do tempo.

Evidencia-se, ainda, que esses pontos encontram suporte na literatura especializada, sendo caracterizados e justificados em contextos específicos.

4.2.3 Proposição de indicadores (3º passo)

Nesta subseção, sublinha-se que a integração das etapas anteriores fundamenta o estabelecimento dos indicadores e suas respectivas unidades de medida, sob a orientação dos aspectos teórico e empírico. Pensando assim, o 3º passo, responsável pela seleção dos critérios de diagnóstico e dos indicadores específicos, foi conduzido pela capacidade técnica da equipe de pesquisadores, observando conjuntamente as abordagens específicas de cada sistema apícola, sendo fixo ou migratório. Isso permitiu uma análise estratégica, direcionando a construção de indicadores capazes de refletir, de forma mais precisa, a realidade dos sistemas apícolas estudados. Nesse sentido, foram propostos 25 indicadores representativos relacionados com os atributos (produtividade, estabilidade, resiliência, confiabilidade, equidade, adaptabilidade e autogestão). Essas informações foram integradas em um quadro síntese, contribuindo para o entendimento da associação entre atributos de sustentabilidade, critérios de diagnósticos e indicadores específicos.

Convém acrescentar que os critérios de diagnóstico representam um nível mais detalhado de informações do que os atributos de sustentabilidade, sendo considerado um ponto de ligação entre atributos e indicadores (MASERA; ASTIER; LÓPEZ-RIDAURA, 1999). Conforme estes autores, para garantir uma cobertura exequível de um critério de diagnóstico faz-se necessária a utilização de vários indicadores. Todavia, em situações particulares, quando a disponibilidade de dados não for suficiente para representar com maior riqueza de detalhes determinadas áreas de um sistema de gestão, os critérios de diagnóstico podem ser transformados em indicadores. Essa é uma das razões que reforça a capacidade adaptativa da proposta do MESMIS.

4.2.4 Monitoramento e medição dos indicadores (4º passo)

Neste momento, cada indicador foi direcionado para uma dimensão da sustentabilidade, obedecendo o entendimento de influência direta. Esse

direcionamento resultou na seguinte organização: a dimensão ambiental passou a ser representada por 8 indicadores; a dimensão social ficou composta por 9 indicadores; e a dimensão econômica foi consolidada por 8 indicadores. Entretanto, os indicadores específicos não foram sintetizados em indicadores compostos, como tem sido realizado por diversos estudos (VERONA, 2008; CAMELO, 2013; FORMIGA JÚNIOR; CÂNDIDO; AMARAL, 2015; ALENCAR; AZEVEDO; CÂNDIDO, 2018). Tal tendência pode possibilitar a perda de informações durante o caminho de agregação, dificultando, inclusive, a percepção de gargalos pontuais para a sustentabilidade, quando se propõe uma representação mais abrangente. Na concepção de Verona et al. (2007), os aspectos negativos de indicadores compostos envolvem a falta de transparência do indicador e a complexidade de sua construção, por ser exigido um processo avançado de organização.

Convém esclarecer que o 4º passo é responsável pela fundamentação do passo anterior, ou seja, o indicador apenas se torna legitimado quando se encontram formas de coleta e de mensuração dos dados. A aplicação de qualquer metodologia de avaliação da sustentabilidade tem exigido a exploração de diversas técnicas de coleta e mensuração por parte da equipe de pesquisa. Especificamente neste estudo, as formas de coleta e mensuração se estabeleceram mediante entrevista, observações em campo, análises laboratoriais, registro fotográfico e aporte teórico.

A tradução dos indicadores em números foi realizada considerando a literatura especializada, a qual permitiu a interpretação dos indicadores com base nos fundamentos da sustentabilidade, exigindo, ainda, atenção especial dos pesquisadores acerca das características qualitativas. Nesse momento ocorreu a padronização das informações coletadas em uma escala comum, cujo procedimento tem sido conhecido por normalização. Reforçando esse entendimento, Krajnc e Glavic (2005) revelam que uma das vantagens desse procedimento é a compatibilidade clara dos diferentes indicadores. Para Feil e Schreiber (2017) não existe um método padrão de normalização, pois quem determina essa escolha são as características das unidades de medidas dos indicadores e os objetivos da construção do índice de sustentabilidade.

Considerando essa contextualização, o presente estudo adotou a utilização de valores mínimos e máximos para cada indicador, permitindo o enquadramento de seu

resultado em uma faixa limitada de flutuação (SCHOLL; HOURNEAUX JUNIOR; GALLELI, 2015). Assim, os indicadores foram representados numericamente através de uma escala de notas entre 0 e 3 em relação ao seu desempenho de sustentabilidade. Em outras palavras, foram estabelecidos os seguintes padrões de notas: **0** – para aquele indicador que não representou qualquer contribuição para a sustentabilidade; **1** – quando o indicador revelou uma contribuição pouco satisfatória; **2** – quando o indicador evidenciou uma condição regular ou intermediária; e **3** – quando se observou uma condição satisfatória ou ideal para a sustentabilidade dos sistemas apícolas.

É pertinente esclarecer que o momento de atribuição de notas, a partir da média das informações coletadas entre 2016 e 2017 para cada indicador, permitiu que a relação positiva ou negativa com a sustentabilidade fosse ajustada ao valor atribuído. Ou seja, nem todos os indicadores obedeceram a relação positiva de contribuição para a sustentabilidade. Um exemplo claro dessa questão corresponde ao indicador consumo de agrotóxico, o qual foi normalizado de forma inversa (relação negativa), isto é, a ausência de consumo de agrotóxico tem contribuição satisfatória para a sustentabilidade da apicultura. Para efeito de apresentação dos indicadores propostos utilizaram-se de gráficos em barras e do tipo radar, que evidenciaram indicadores limitantes e potencializadores para as dimensões da sustentabilidade dos sistemas apícolas no Nordeste brasileiro. Adiante, detalha-se o caminho percorrido para a integração dos resultados.

4.2.5 Apresentação e integração dos resultados (5º passo)

Como iniciação deste passo, os indicadores foram ponderados, em importância e intensidade. Para isso, utilizou-se do modelo de tomada de decisão multicritério AHP – *Analytic Hierarchy Process* (processo de análise hierárquica), conforme orientação de Saaty (1991). De acordo com este autor, o AHP utiliza estruturas hierárquicas, matrizes e álgebra linear para conduzir o processo de decisão. Trata-se de uma ferramenta que consolida as diversas grandezas e importâncias das dimensões de análise, possibilitando, inclusive, avaliações comparativas (SILVA; CÂNDIDO; MARTINS, 2009), como ocorre nesta Tese, em que se comparam dois manejos de sistemas apícolas a partir do desempenho de 25 indicadores de sustentabilidade.

Registra-se que o procedimento de ponderação através do método AHP foi realizado no programa computacional *Microsoft Office Excel* 2016.

O AHP foi selecionado em virtude de sua ampla aplicação, simplicidade e robustez, sendo considerado um método multicritério que permite a análise de variáveis qualitativas e quantitativas na condução de uma tomada de decisão (MAGALHÃES, 2011). Para Khairaa e Dwivedi (2018), essa análise fornece uma visão equilibrada do problema, incorporando todos os critérios relevantes. É oportuno acrescentar que para os autores da ferramenta MESMIS a análise multicritério está sendo cada vez mais utilizada na avaliação da sustentabilidade (MASERA; ASTIER; LÓPEZ-RIDAURA, 1999).

O processo de ponderação se deu por dimensão de análise (ambiental, social e econômica), sendo atribuídos pesos de importância par a par do seu conjunto de indicadores. Seguindo o entendimento de Costa et al. (2007), esse processo de ponderação se baseia em três princípios do pensamento analítico na seleção de alternativas: construção de hierarquias, definição de prioridades e consistência lógica.

A construção de hierarquias se estabeleceu a partir da decomposição de um objetivo em critérios e alternativas (ARUEIRA, 2014). Ou seja, neste estudo, foram elaboradas três estruturas hierárquicas, uma para cada dimensão da sustentabilidade. Os critérios foram substituídos por indicadores, sendo o objetivo da dimensão ambiental relacionado com 8 indicadores, o objetivo da dimensão social com 9 indicadores e o objetivo da dimensão econômica com 8 indicadores. Em todos esses casos, as alternativas foram duas: “sistema apícola fixo” e “sistema apícola migratório”. Essas construções foram representadas em esquemas a fim de facilitar o entendimento desta etapa do processo.

No segundo momento, estabeleceu-se a definição de prioridades. Inicialmente, três matrizes foram construídas, uma para cada dimensão com seus respectivos indicadores (critérios). No procedimento de ponderação, os indicadores foram comparados, de forma pareada, verificando o grau de importância entre eles mediante a atribuição de pesos (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9). É importante esclarecer que a matriz de comparação é recíproca, ou seja, se um indicador apresentou maior dominância em relação ao objetivo, tendo sido atribuído o peso 3, logo foi delegado ao seu par o valor de 1/3. Esse julgamento, realizado pela equipe de pesquisa, seguiu a escala

fundamental proposta por Saaty (1991; 2008), conforme é demonstrada no Quadro 09.

Quadro 09. Escala fundamental de julgamento em grau de importância do método AHP

Intensidade de importância	Definição	Explicação
1	Igual importância	Dois indicadores contribuem de forma idêntica para a sustentabilidade apícola
3	Dominância moderada	Experiência ou julgamento que favorece ligeiramente um indicador em detrimento do outro
5	Dominância forte	Experiência ou julgamento que favorece fortemente um indicador em detrimento do outro
7	Dominância demonstrada	A dominância de um indicador é demonstrada na prática
9	Dominância extrema	A evidência que favorece um indicador em detrimento de outro na ordem mais alta possível
2, 4, 6, 8	Valores intermediários	Dominâncias intermediárias
<i>Valores recíprocos</i>	A intensidade da preferência deve satisfazer a recíproca condição, ou seja, se o indicador A é X vezes mais preferido que o B, então o indicador B é 1/X mais preferido do que A.	

Fonte: adaptado de Saaty (1991; 2008).

O próximo passo, após a construção da matriz, consistiu na computação dos autovetores de cada matriz (ambiental, social e econômica), os quais definem a prioridade do julgamento por dimensão da sustentabilidade. Para o cálculo dos autovetores, realizou-se a soma de todos os componentes das colunas e a divisão de cada componente por essa soma. Esse processo também é conhecido de normalização (ARUEIRA, 2014). Em seguida, calculou-se a média dos valores normalizados, sendo originado o vetor de prioridade de cada indicador no contexto da sua respectiva dimensão de sustentabilidade.

A última fase do AHP, mencionada de consistência lógica (COSTA et al., 2007), buscou identificar a relação lógica dos julgamentos pela equipe de pesquisa. Para verificar tal situação, realizou-se o teste de consistência (SAATY 1991; MAGALHÃES, 2011; ARUEIRA, 2014). Primeiramente, multiplicou-se a matriz de comparação pelo vetor de prioridade (W), obtendo um novo vetor (W'). Depois, realizaram-se as seguintes divisões sequenciadas: primeira componente desse novo vetor (W'_1) pela primeira componente do vetor de prioridade (W_1); segunda componente desse novo vetor (W'_2) pela segunda componente do vetor de prioridade (W_2) e assim por diante, gerando um terceiro vetor. Em seguida, foi encontrado o autovalor máximo (λ_{max}) a partir da divisão do somatório destes vetores pelo número de indicadores,

representativos de cada dimensão da sustentabilidade. Em outras palavras, o autovalor (λ_{\max}) foi obtido através da seguinte Equação 01 (SAATY, 1991):

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{N} \left(\frac{W'_1}{W_1} + \frac{W'_2}{W_2} + \dots + \frac{W'_n}{W_n} \right) \quad (01)$$

Onde,

λ_{\max} = autovalor máximo ou principal;

W'_n = componente n do terceiro vetor, gerado na etapa anterior;

W_n = componente n do vetor de prioridade;

N = número de indicadores comparados.

É oportuno esclarecer que quanto mais próximo estiver o autovalor máximo do número de indicadores comparados, maior será a coerência dos julgamentos. De outro modo, para mensurar a intensidade da inconsistência em uma matriz de julgamentos paritários faz-se necessário avaliar o quanto que seu autovalor máximo se afasta da ordem da matriz (COSTA et al., 2007). Seguindo esse entendimento foi possível obter o valor do índice de consistência (IC) através da Equação 02, proposta por Saaty (1991):

$$IC = \frac{(\lambda_{\max} - N)}{N - 1} \quad (02)$$

Onde,

IC = índice de consistência;

λ_{\max} = autovalor máximo ou principal;

N = número de indicadores comparados.

A última etapa de verificação de consistência, proposto por Saaty (1991), corresponde ao cálculo da razão de consistência (RC), o qual permitiu definir se o julgamento atribuído aos indicadores de sustentabilidade pela equipe de pesquisa encontra-se consistente ou não. Para averiguar a consistência dos julgamentos atribuídos à cada matriz, utilizou-se a Equação 03:

$$RC = \frac{IC}{IR} \quad (03)$$

Onde,

RC = razão de consistência;

IC = índice de consistência;

IR = índice randômico;

O índice randômico (IR), presente na fórmula, foi obtido mediante valores padrões apresentados por Saaty (1991), conforme podem ser observados na Tabela

03. Essa tabela revela os valores do IR de acordo com número de critérios (indicadores, no caso deste estudo) utilizados na matriz de comparação.

Tabela 03. Valor padrão do índice randômico (IR) de acordo com o número de critérios (N)

N	IR	N	IR	N	IR
1	0	6	1,24	11	1,51
2	0	7	1,32	12	1,48
3	0,58	8	1,41	13	1,56
4	0,9	9	1,45	14	1,57
5	1,12	10	1,49	15	1,59

Fonte: Saaty (1991).

Portanto, o resultado da razão entre o índice de consistência e o índice randômico aponta a consistência da matriz, tendo sua coerência validade quando o valor resultante desta operação matemática for menor do que 0,10. Em contribuição, Costa et al. (2007) sinalizam que quanto mais próximo de zero for esta razão, mais consistente é a matriz. Caso contrário, valores maiores do que 0,10 não devem ser desprezados, pois o método de análise hierárquica permite a revisão dos julgamentos mediante condições controladas (MAGALHÃES, 2011).

Após a validação dos pesos de cada indicador pelo teste de consistência (SAATY, 1991), iniciou-se o processo de transformação de indicadores em subíndices ambiental, social e econômico. Em outras palavras, o valor atribuído (0, 1, 2 ou 3) anteriormente a cada indicador (4º passo) foi multiplicado pelo seu peso correspondente, obedecendo o conjunto de indicadores por dimensão. Em seguida, os valores obtidos com esta multiplicação foram somados, gerando um valor único por dimensão (nota ponderada). Este, por sua vez, foi transformado em subíndice (da sua respectiva dimensão) com variação entre zero (0) e um (1). Esta transformação foi realizada com base na metodologia proposta pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) para o cálculo do índice de desenvolvimento humano, como pode ser observado pela Equação 04 (SEPÚLVEDA, 2008).

$$I = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (04)$$

Onde,

I = Subíndice;

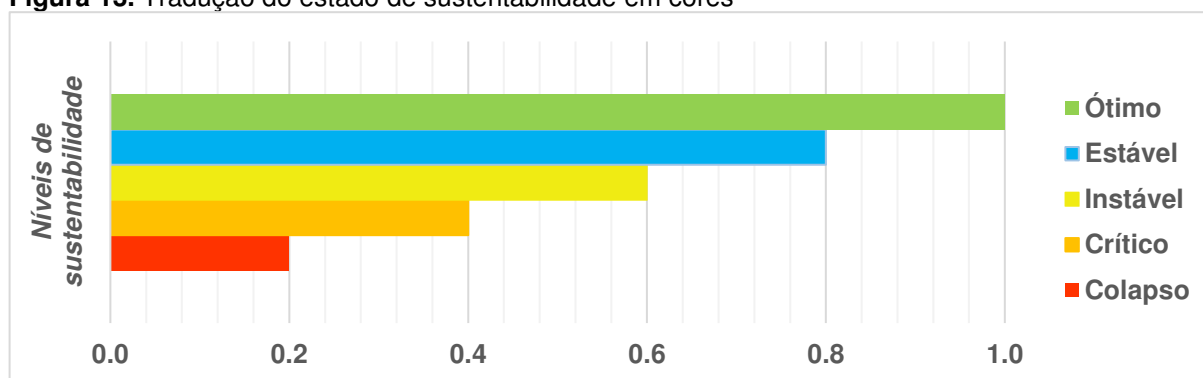
X = soma ponderada da dimensão de sustentabilidade correspondente;

Xmin = nota mínima estabelecida;

Xmax = nota máxima estabelecida.

Por último, realizou-se a agregação dos subíndices ambiental, social e econômico mediante a média aritmética. Isso permitiu o apontamento dos índices de sustentabilidade dos sistemas apícolas fixos e migratórios. A interpretação dos intervalos (0-1) de cada índice seguiu os fundamentos de Sepúlveda (2008). Para este autor, o estado da sustentabilidade de unidades de análise pode ser facilmente visualizado a partir da representação em cores (Figura 13). Nesse sentido, foi considerado o seguinte entendimento: índice abaixo de 0,2 foi representado em vermelho, simbolizando um estado de colapso; para níveis variantes entre 0,2 e 0,4, reveladores de situações críticas, foram destacados pela cor laranja; índice variando de 0,4 até 0,6 foi utilizada a cor amarela, sinalizando um sistema instável; índice entre 0,6 e 0,8, representado em azul, retratou um sistema estável; finalmente, de 0,8 para 1, a cor verde foi estabelecida como situação ótima ou ideal de sustentabilidade.

Figura 13. Tradução do estado de sustentabilidade em cores



Fonte: adaptado de Sepúlveda (2008).

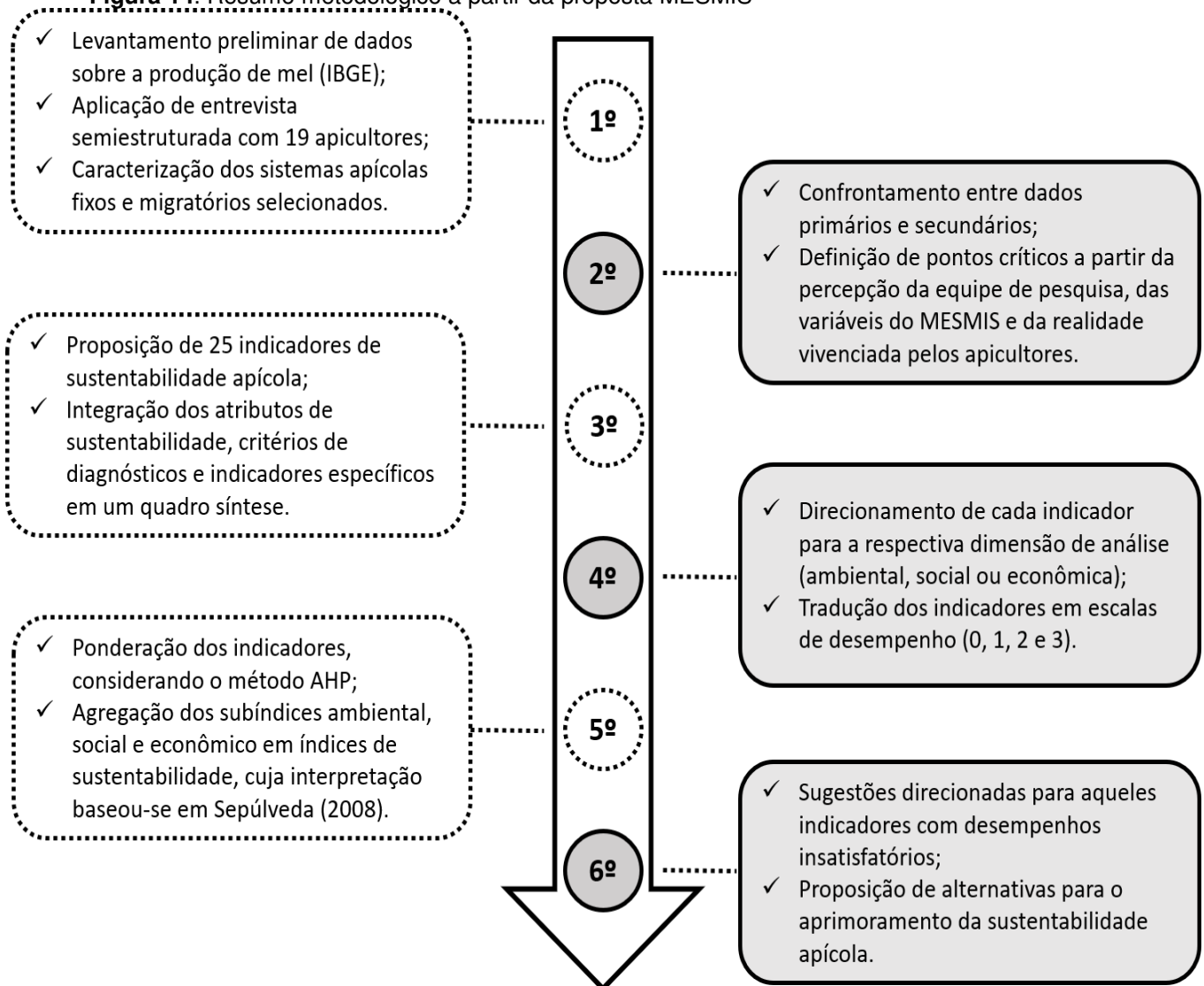
Convém acrescentar que na apresentação dos resultados foram utilizados esquemas e tabelas, gráficos em barras e do tipo radar, a fim de agrupar e ilustrar os resultados aclarados nesta Tese. O diagrama do tipo radar, em particular, representou cada dimensão em um eixo separado, permitindo acompanhar, separadamente, o desempenho de cada indicador no contexto de suas respectivas dimensões da sustentabilidade. Esta representação possibilitou também a análise comparativa entre os subíndices ambiental, social e econômico. Por outro lado, os índices de sustentabilidade dos sistemas apícolas fixos e migratórios foram simbolizados em gráficos do tipo barra, permitindo uma interpretação mais objetiva entre o desempenho final de cada sistema apícola e as cores atribuídas aos níveis de sustentabilidade por Sepúlveda (2008). Os esquemas e tabelas elaborados, por sua vez, complementam

o desfecho dos resultados, permitindo a harmonização das informações e contribuindo para a condução do passo seguinte, que compete a conclusão e as recomendações para o aprimoramento da sustentabilidade dos sistemas apícolas investigados.

4.2.6 Conclusão e recomendações (6º passo)

O delineamento metodológico do MESMIS, adaptado por este estudo (Figura 14), revela que o sexto passo compõe a última etapa do processo avaliativo. Nele destinou-se a síntese conclusiva dos resultados, bem como o direcionamento de recomendações corretivas para aqueles indicadores de sustentabilidade que apresentaram desempenhos insatisfatórios.

Figura 14. Resumo metodológico a partir da proposta MESMIS



Fonte: dados da pesquisa.

É oportuno registrar que o produto deste ciclo avaliativo não permitiu simplesmente a classificação dos sistemas apícolas fixistas e migratórios em níveis de sustentabilidade, estabeleceu também alternativas direcionadas ao aprimoramento da sustentabilidade apícola para níveis mais desejáveis, impulsionando novas estratégias de gestão para a garantia do desenvolvimento apícola ao longo do tempo.

É importante frisar que a concretização do último passo não implica, necessariamente, na estabilidade do ciclo avaliativo do MESMIS. Pelo contrário, novas avaliações podem ser realizadas, permitindo a continuidade do ciclo avaliativo e, conseqüentemente, o aperfeiçoamento dos sistemas investigados no patamar mais desejável (ou ótimo) da sustentabilidade. Cabe refletir, neste momento, sobre a analogia realizada por Souza, Martins e Verona (2017) entre o método MESMIS e o sistema de gestão ambiental (SGA). Embora os autores não tenham citado explicitamente em seu estudo, é possível identificar que ambas as propostas apresentam uma ligação evidente com a melhoria contínua. Ou seja, novas aplicações da ferramenta MESMIS podem oportunizar o desempenho de excelência da sustentabilidade. A seguir, apresenta-se o procedimento estatístico utilizado na identificação de diferença significativa entre as propostas fixista e migratória aqui analisadas.

4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados referentes aos índices de sustentabilidade apícola dos dois grupos amostrais (fixista e migratório) foram submetidos ao Teste U de Mann-Whitney (*Wilcoxon Rank-Sun Test*) para verificação de diferenças (hipótese alternativa) ou semelhanças (hipótese nula) entre eles, considerando $p < 0,01$ ($\alpha < 0,01$ para $U < 5$ com base na tabela de valores críticos de Mann-Whitney). Esse teste foi selecionado em detrimento da sua caracterização não-paramétrica, capaz de comparar duas amostras com n diferentes e/ou pequenos, como pode ser identificado neste estudo, SAF ($n=15$) e SAM ($n=04$). Para isso, utilizou-se de um software de acesso gratuito, o *BioEstat* versão 5.0 (AYRES et al., 2007). Revela-se, ainda, que o resumo estatístico foi apresentado em tabela e gráfico em caixa (*box plot*). A seguir, a materialização dessa trajetória metodológica encontra-se explorada mediante a elucidação sequenciada dos resultados.

5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Esta seção destina-se à apresentação dos resultados apurados, cuja organização obedece aos passos preestabelecidos pelo MESMIS. Desse modo, apresenta-se, em primeiro lugar, a caracterização dos sistemas apícolas fixistas e migratórios, demonstrando suas similaridades e diferenças; em segundo, revelam-se os pontos críticos como norteadores de potencialidades e limitações da sustentabilidade apícola; em seguida, os 25 indicadores propostos são descritos, mensurados e sistematizados de acordo com os atributos de sustentabilidade; em quarto lugar, evidencia-se o processo de ponderação de cada indicador e sua categorização por dimensão de análise; adiante, apresenta-se a integralização dos resultados em forma de subíndices e índices; por último, recomendações corretivas e alternativas de melhorias são reveladas na busca de desempenhos, sustentavelmente, favoráveis.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS APÍCOLAS (1º PASSO)

Considerando que o recorte geográfico deste estudo compreende, potencialmente, ambiente de Caatinga, sendo as abelhas parte integrante desse ecossistema, dedica-se a parte inicial desta caracterização aos aspectos edafoclimáticos desse bioma. Por esse caminho, a Caatinga é a única grande região natural brasileira, pertencente inteiramente ao território brasileiro (LEAL; TABARELLI; SILVA, 2003), composta por florestas secas e vegetação arbustiva decíduas (TABARELLI et al., 2018), cujas folhas são perdidas durante a estação seca para diminuir a evapotranspiração e evitar a perda de seiva armazenada, produzindo assim, uma paisagem seca e semidesértica (NUNES, 2006). Essa vegetação com troncos e galhos de cor branco-acinzentada, sem a presença de folhas, recebeu de povos nativos a denominação de mata branca ou “caatinga” na língua tupi-guarani (TABARELLI et al., 2018).

O clima nessa região é semiárido, caracterizado pelo baixo índice pluviométrico, ou seja, com média inferior a 800mm ao ano (TEIXEIRA, 2016). Menciona-se, ainda, que duas estações distintas se fazem presente durante o ano: uma delas é conhecida como estação chuvosa, e popularmente chamada de inverno, com atuação entre 3 e 5 meses, representada por chuvas irregulares, torrenciais,

locais e de pouca duração; já a outra estação é definida como seca, ou simplesmente chamada de verão, que tem duração de 7 a 9 meses, dificilmente com ocorrência de chuva (MAIA, 2004).

Durante o período chuvoso, a pluviosidade varia bastante entre as diferentes regiões do Nordeste, e de um ano para outro. Essa variação pode atingir em anos de muita chuva até 1000 mm/ano e em anos de seca apenas 20 mm/ano. Outros fatores importantes e que fazem parte desse cenário geográfico são: a insolação intensa, ventos fortes e secos que contribuem para a aridez da região (MAIA, 2004).

Em função da fisiografia e dos aspectos climáticos dessa região, a caatinga varia em porte, densidade e composição de espécies vegetais. A flora apresenta características de resistência à falta d'água, como a microfilia, cutículas cerosas nas folhas, transformação das folhas em espinhos e queda da folhagem no período seco (NUNES, 2006). Até o momento mais de 1700 espécies foram relatadas em estudos florístico e fitossociológico baseado no site do domínio fitogeográfico de Caatinga (MORO et al., 2014). Nesse contexto, verifica-se a existência de espécies vegetais que florescem durante a estação seca, o que pode promover uma fonte alimentar para as abelhas nesse período (MAIA, 2004; MAIA-SILVA et al., 2012).

Neste momento, inicia-se a caracterização dos sistemas apícolas investigados. Sendo assim, a colaboração de 19 apicultores permitiu a reunião de informações fundamentais para a caracterização das apiculturas, fixa e migratória, desenvolvidas, principalmente, na região Semiárida do Brasil. Nesse cenário, observam-se diferenças consideráveis mesmo se tratando de sistemas de produção destinados à criação de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.). Tais divergências ocorrem em razão de uma característica basilar: a mobilidade das colmeias, o que pode garantir o desenvolvimento da atividade durante o período de estiagem, cujo momento demonstra redução significativa de pasto apícola no Semiárido brasileiro.

Para o recorte geográfico deste estudo, a apicultura tem se destacado como uma importante atividade econômica baseada, principalmente, na produção de mel (MARTINS; OLIVEIRA; MARACAJÁ, 2006; SOUSA, 2013; OLIVEIRA, 2015). Porém, baixos índices pluviométricos, como os registrados na última grave seca (2012-2013), coloca a atividade apícola em situação de alerta (VIDAL, 2013). Diante dessa situação, a apicultura tem exigido novas alternativas de convivência, desafiando os

apicultores a adotarem estratégias de resistência à variabilidade climática da região. Tal perspectiva, embora desejável, não vem sendo materializada, especialmente, pela maioria dos sistemas apícolas fixistas.

A apicultura fixa desenvolvida especialmente na Microrregião de Catolé do Rocha do Estado da Paraíba (PB), considerando a amostragem de 15 sistemas apícolas fixistas, conta com diversos apicultores experientes (média de 18 anos de experiência com a criação de abelhas africanizadas). A maioria desses sistemas (80%) está situada no município de Catolé do Rocha, enquanto os demais (20% do número amostral) encontram-se nos municípios de Jericó, São Bento e Paulista. Convém acrescentar que 53% dos sistemas apícolas analisados têm na participação familiar um suporte para o desenvolvimento de sua atividade produtiva. Esses dados foram calculados a partir das informações reunidas no Quadro 10.

Quadro 10. Características básicas dos sistemas apícolas fixistas estudados

ID*	Município	Unidade Federativa	Profissão complementar	Experiência com apicultura	Contribuição familiar
SAF01	Católé do Rocha	Paraíba	Agricultor	15 anos	Sim
SAF02	Católé do Rocha	Paraíba	Motorista	2 anos	Não
SAF03	Católé do Rocha	Paraíba	Agricultor	30 anos	Sim
SAF04	Católé do Rocha	Paraíba	Agricultor	30 anos	Não
SAF05	Católé do Rocha	Paraíba	Agricultor	35 anos	Sim
SAF06	Católé do Rocha	Paraíba	Agricultor	32 anos	Sim
SAF07	Jericó	Paraíba	Agricultor	14 anos	Não
SAF08	Católé do Rocha	Paraíba	Agricultor	7 anos	Sim
SAF09	Católé do Rocha	Paraíba	Comerciante	16 anos	Não
SAF10	Católé do Rocha	Paraíba	Agricultor	25 anos	Sim
SAF11	Católé do Rocha	Paraíba	Vendedor	15 anos	Não
SAF12	Paulista	Paraíba	Motorista	7 anos	Não
SAF13	São Bento	Paraíba	Agente de saúde	4 anos	Sim
SAF14	Católé do Rocha	Paraíba	Agricultor	20 anos	Sim
SAF15	Católé do Rocha	Paraíba	Zootecnista	20 anos	Não

Fonte: dados da pesquisa (2016 e 2017). * ID – identificação dos sistemas apícolas fixistas.

É oportuno destacar que o grupo de apicultores fixos deste estudo apresentou um elevado nível de entrosamento com a cooperativa de apicultores da região – a COOAPIL. Essa cooperativa tem estabelecido parcerias com universidades, participado de eventos científicos na área, realizado reformas de infraestrutura, adquirido ferramentas de manejo, comprado colmeias fabricadas com madeira de

reflorestamento (certificada) e unido esforços para a certificação da qualidade do mel produzido pelos associados. Esse admirável trabalho demonstra a importância da COOAPIL para o desenvolvimento da apicultura na região. Algumas ações concretas dessa instituição podem ser observadas na Figura 15.

Figura 15. Representação de algumas ações concretizadas pela COOAPIL.



Nota: **A** – Fumigadores; **B** – Indumentárias apícolas de proteção individual; **C** – Mesa desoperculadora em aço inox; **D** – Tanques de decantação em aço inox. Fotos: Carlos Antonio Lira Felipe Neto, ano 2017.

Por outro lado, observou-se que diante de secas recorrentes, importante instituição de apoio, como o Serviço Brasileiro de Apoio à Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), deixou de prestar assistência aos apicultores, dificultando ainda mais a permanência dos sistemas apícolas, isto é, afetando negativamente a sustentabilidade da apicultura nesse ambiente Semiárido. Essa realidade pode ser percebida mediante descuidos durante o manejo de colmeias, falta de acesso ao crédito, utilização de agrotóxico, carência de autonomia e dificuldades de gestão.

Tais desafios têm colocado a apicultura fixa como uma atividade de renda secundária ou complementar, exigindo que apicultores busquem novas alternativas

financeiras (com retorno financeiro mais seguro) para garantir as necessidades de suas famílias. Essa questão pode ser observada mediante as profissões adicionais (Quadro 10), declaradas pelos apicultores entrevistados, como: agricultor (60%), motorista (13,33%), comerciante (6,67%), vendedor (6,67), agente de saúde (6,67%) e zootecnista (6,67%).

A apicultura migratória (Figura 16), por sua vez, tem representado um importante incremento para a economia da região com base na produção de mel, assim como a apicultura fixa. Neste momento, convém esclarecer que o destino da produção de mel tem representado uma diferença marcante entre os SAF e SAM. No caso destes sistemas, a parcela mais expressiva do mel produzido tem sido escoada para o mercado internacional, enquanto aqueles têm abastecido, principalmente, o comércio local e a COOAPIL. Registra-se, ainda, que a produção do mel de SAF tem a via de comercialização interceptada por atravessadores, como revelaram 33,33% dos apicultores fixos entrevistados.

Figura 16. Carregamento de colmeias pelos apicultores migratórios



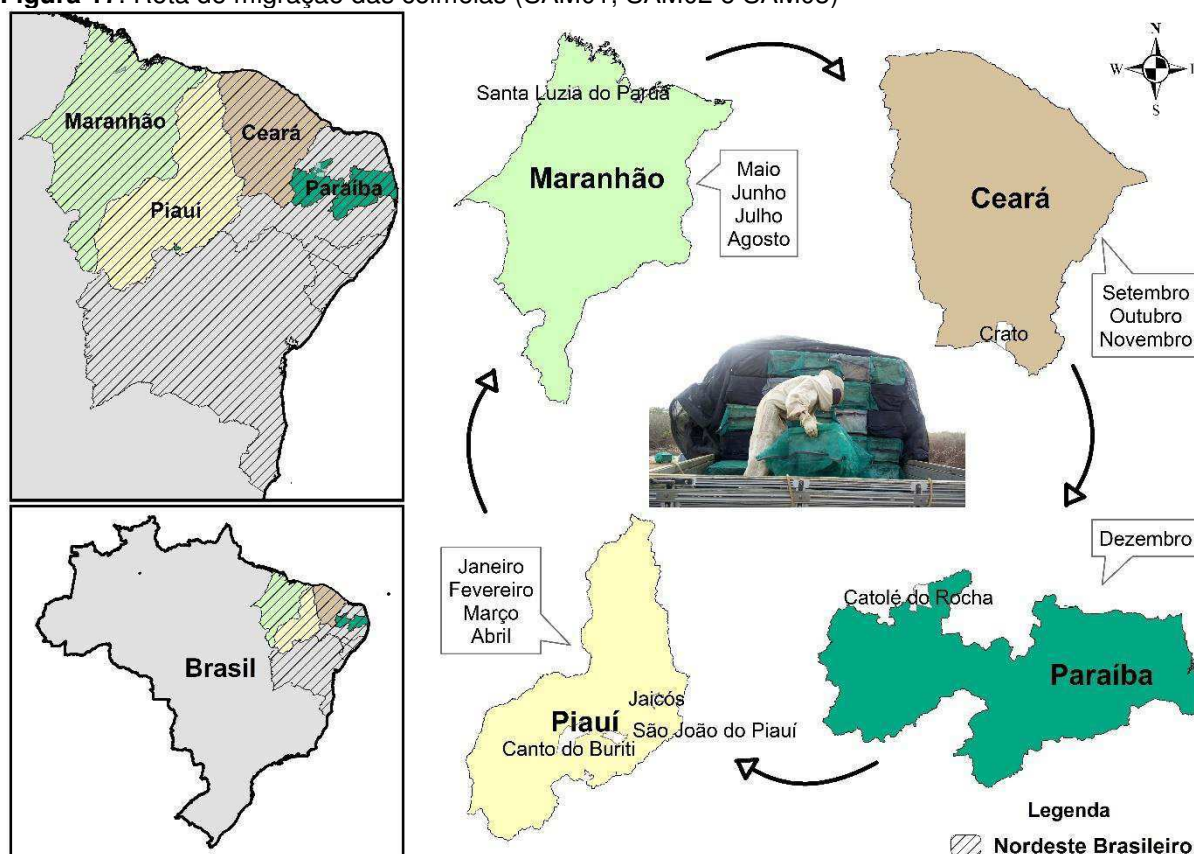
Nota: **A** – organização de colmeias do SAM01 no caminhão; **B** – caminhão carregado de colmeias do SAM02. Fotos: Apicultores migratórios (SAM01 e SAM02, respectivamente), ano 2017.

A apicultura migratória desenvolvida por apicultores do Sertão Paraibano, considerando os quatro sistemas apícolas migratórios estudados, conta com experiência média de 22 anos de criação de abelhas africanizadas, valor que supera a média dos SAF (18 anos). Vale ressaltar, que os apicultores migratórios antes se dedicavam à apicultura fixista, a qual se mostrou inviabilizada pela redução considerável de recursos florais para abelhas no período de seca. Outrossim, esses apicultores migratórios, em sua maioria, não apresentaram um relacionamento

estreito com a COOAPIL, como observado com os apicultores fixos. Contudo, verificou-se uma forte colaboração entre os apicultores migratórios através de contatos frequentes e do trabalho realizado em parceria (equipe) com o transporte das colmeias.

É importante registrar que o recorte geográfico dos SAM ultrapassa os limites territoriais do Semiárido paraibano, promovendo a migração de colmeias entre os estados da Paraíba (PB), do Rio Grande do Norte (RN), do Ceará (CE), do Piauí (PI) e do Maranhão (MA). Nesse sentido, revela-se que a rota migratória dos sistemas (SAM01, SAM02 e SAM03) tem sido praticamente a mesma, com possíveis alterações em virtude das condições climáticas (Figura 17).

Figura 17. Rota de migração das colmeias (SAM01, SAM02 e SAM03)



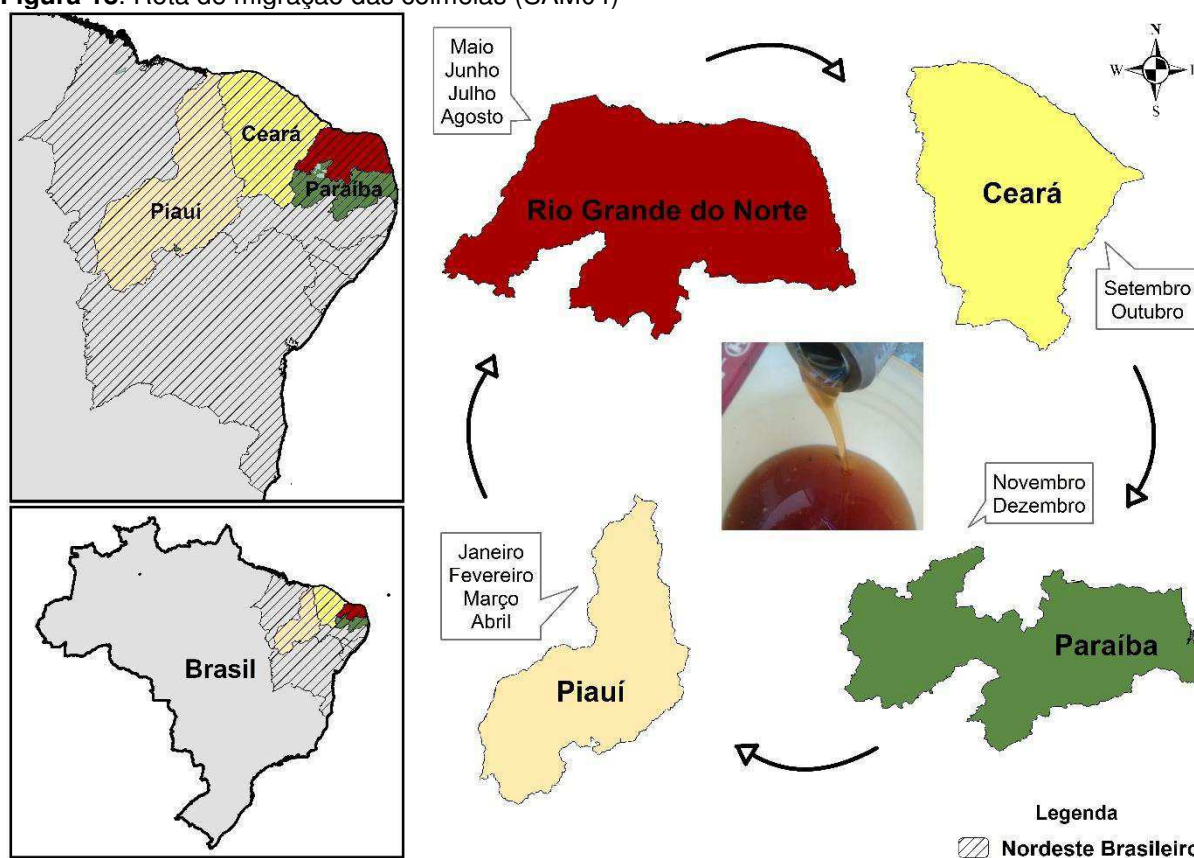
Elaborador: Carlos Antonio Lira Felipe Neto (2018).

Seguindo a rotina padrão, nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril, as colmeias são instaladas nos municípios de Canto do Buriti, Jaiçós e São João do Piauí (PI). Nos meses de maio, junho, julho e agosto, as abelhas seguem para o município de Santa Luzia do Paruá (MA). Em seguida, a migração se destina para o município

de Crato (CE), onde as colmeias ficam estabelecidas de setembro até novembro. Para fechar o ano, no mês de dezembro as colmeias são alojadas no município de Catolé do Rocha (PB), onde as abelhas aproveitam a florada do juazeiro (*Ziziphus joazeiro*). Esta espécie, nativa da caatinga, fornece néctar para polinizadores durante a estação seca (MAIA-SILVA et al., 2012).

No caso particular do SAM04 (Figura 18), as colmeias começam o ano no Piauí, onde permanecem de janeiro até abril. Em caso de chuvas favoráveis, as abelhas têm sido transportadas para Catolé do Rocha (PB) e ficam instaladas entre maio e agosto. Caso contrário, as colmeias, nesse período, seguem para a Chapada do Apodi, na região do Rio Grande do Norte (RN). Já nos meses de setembro e outubro, as abelhas têm sido levadas para a Chapada do Araripe, situada no CE. No final do ano, meses de novembro e dezembro, as colmeias ficam instaladas em Catolé do Rocha (PB) para aproveitamento da florada do juazeiro. O trajeto de migração do SAM04 apresenta rotas semelhantes aos demais sistemas migratórios estudados, com exceção do transporte de colmeias para o Maranhão.

Figura 18. Rota de migração das colmeias (SAM04)



Elaborador: Carlos Antonio Lira Felipe Neto (2018).

A migração de abelhas africanizadas, realizada pelos apicultores de Catolé do Rocha (PB), tem gerado desempenho positivo, o que tem configurado a apicultura migratória, nesse ambiente, como uma fonte de renda principal. Tal entendimento se confirma em razão de que nenhum apicultor migratório mencionou a necessidade de fonte de renda complementar para garantia do sustento de sua família. Essa condição não tem sido atendida pelos apicultores fixos, como relatado anteriormente. Além disso, destaca-se que apenas 25% dos SAM analisados têm na participação familiar um suporte para o desenvolvimento de sua atividade produtiva, cujo percentagem é inferior quando comparada com os SAF (53%). Esses dados foram mensurados a partir das informações organizadas no Quadro 11.

Quadro 11. Características básicas dos sistemas apícolas migratórios estudados

ID*	Unidades Federativas da rota migratória*	Profissão complementar	Experiência com apicultura	Contribuição familiar
SAM01	Paraíba, Ceará, Piauí e Maranhão	-	26 anos	Não
SAM02	Paraíba, Ceará, Piauí e Maranhão	-	5 anos	Não
SAM03	Paraíba, Ceará, Piauí e Maranhão	-	29 anos	Sim
SAM04	Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí	-	28 anos	Não

Fonte: dados da pesquisa (2016 e 2017).

Em outras palavras, o estabelecimento da apicultura fixa como fonte de renda secundária ou complementar, considerando o universo desta pesquisa, pode ser justificado em detrimento da produtividade dos sistemas fixos (9,54 kg de mel/colmeia ao ano), a qual tem se concentrado quase que exclusivamente no período chuvoso. Isso acontece em razão da estação seca, característica marcante da região Semiárida brasileira, cujas fontes alimentares (pólen e néctar) para as abelhas têm sido limitadas em virtude da irregularidade pluviométrica. Por outro lado, a apicultura migratória tem se comportado como fonte principal de renda, garantindo um retorno financeiro contínuo para os apicultores e suas famílias, haja vista que a produtividade média de mel das colmeias (36,78 kg/colmeia ao ano) tem sido assegurada pela alternância de pastos apícolas entre Estados do Nordeste brasileiro. Essa informação pode ser consultada no Quadro 12, o qual também reúne outras características intrínsecas dos SAF e SAM estudados.

A grande parte dos apicultores fixos, assim como os migratórios, dominam técnicas modernas de manejo, embora a maioria delas não seja aplicada na prática, como exemplificação, destaca-se a substituição de rainhas e o fortalecimento de enxames através da transferência de favos de cria. Pontua-se, ainda, que ambos os grupos de apicultores têm conhecimento sobre importantes espécies vegetais e domínio de suas floradas, o que é importante para o desenvolvimento da apicultura na região.

Quadro 12. Características adicionais dos sistemas apícolas fixistas e migratórios estudados

Critérios	Características	
	Sistemas apícolas fixos (SAF)	Sistemas apícolas migratórios (SAM)
<i>Associativismo</i>	Bom relacionamento com a cooperativa de apicultura local, sendo destaque a forte colaboração entre os apicultores fixos durante o manejo das colmeias	Estreito relacionamento com a cooperativa de apicultura local, porém os apicultores migratórios mantêm articulações conjuntas relacionadas com os deslocamentos de colmeias
<i>Comercialização</i>	Os canais de comercialização são mais diversificados (feiras livres, comércio local e atravessadores), com predominância da produção destinada à cooperativa local	O principal caminho de escoamento da produção é o mercado internacional (empresas exportadoras), com uma parcela inexpressiva desse montante destinada à cooperativa local
<i>Produtividade</i>	A produção média de mel equivale a 9,54 kg/colmeia fixa, sendo mais expressiva durante o período chuvoso em comparação com o período de estiagem (seca)	A produção média de mel corresponde a 36,78 kg/colmeia migratória, sendo observada ao longo do ano
<i>Manejo</i>	O manejo tem sido mais intensivo no período chuvoso, requisitando insumos externos (equipamentos de produção e de proteção individual) em menor quantidade, pouca mão de obra e intermediária capacidade de gerenciamento	O manejo tem sido realizado de forma continuada, necessitando de insumos externos (equipamentos de proteção individual e de produção) em maior quantidade, de alto investimento e de elevado nível de gerenciamento em virtude da distribuição espacial dos apiários
<i>Desafios</i>	Variabilidade climática, barreiras legais, falta de assistência técnica e de autonomia, predadores, utilização de agrotóxico e descuidos no manejo	Variabilidade climática, arrendamento de propriedades, barreiras legais, falta de assistência técnica, roubo de colmeias, predadores e uso de agrotóxicos

Fonte: dados da pesquisa (2018).

A compreensão do calendário floral de interesse apícola tem contribuído para o trabalho desenvolvido pelos apicultores migratórios, os quais têm realizado um planejamento prévio acerca da instalação futura de suas colmeias. Sobre essa questão, revela-se que os apicultores migratórios apresentaram cuidado na seleção de áreas para instalação de seus apiários, considerando preliminarmente três critérios

principais: predominância de vegetação nativa, distanciamento de cultivos agrícolas pela vulnerabilidade do uso de agrotóxicos e condições pluviométricas. No caso da maioria dos apicultores fixos, a adequada localização de seus apiários não foi observada em virtude, principalmente, da ausência de áreas próprias e da carência de recursos para arrendar áreas adequadas.

Outro aspecto utilizado nesta caracterização diz respeito aos desafios enfrentados pelos sistemas apícolas selecionados (Quadro 12). Desse modo, registra-se que a falta de autonomia do sistema apícola e descuido de manejo são problemas mais característicos dos sistemas fixos, já o arrendamento de terras e o roubo de colmeias são mais evidenciados pelos sistemas migratórios. Por outro lado, os desafios enfrentados mutuamente por esses sistemas no Nordeste brasileiro envolvem: variabilidade climática, barreiras legais, falta de assistência técnica, predadores e agrotóxicos. É oportuno esclarecer que essas limitações serão exploradas de forma aprofundada na próxima subseção, destinada a definição de pontos críticos.

Portanto, os dois sistemas de produção deste estudo, voltados para a atividade de criação de abelhas africanizadas, embora apresentem diferenças notáveis e desafios semelhantes, têm uma importante atuação para o desenvolvimento regional, contribuindo para a renda de diversas famílias e para a manutenção da flora nativa e agrícola, principalmente, do Semiárido. As características descritas até o momento apenas simplificam o entendimento de cada proposta de produção apícola, não sendo capazes de revelar a amplitude de suas questões. O diagnóstico consubstanciado foi construído a partir do momento em que os passos da ferramenta MESMIS foram ganhando forma. Dando sequência a aplicação do ciclo avaliativo, os pontos críticos dos SAM e SAF serão revelados a seguir, reforçando aspectos já mencionados.

5.2 DEFINIÇÃO DE PONTOS CRÍTICOS (2º PASSO)

Considerando a caracterização dos sistemas apícolas e suas particularidades, foi possível construir um conjunto de informações, que direcionou para a definição de denominadores comuns, ou seja, o apontamento de pontos críticos da realidade apícola, vivenciada por apicultores do Sertão Paraibano. Ao todo, foram identificados nove pontos críticos, a saber: assistência pública, associativismo, autonomia,

capacitação, manejo, qualidade da paisagem, qualidade de vida, produtividade apícola e variabilidade climática. A seguir, cada ponto crítico levantado é respaldado considerando a literatura científica e o conhecimento empírico apurado junto aos apicultores selecionados.

O ponto crítico **assistência pública** (PC01) foi estabelecido uma vez que tem permitido o assessoramento de produtores rurais, fortalecendo suas cadeias de produção através de técnicas aprimoradas de utilização de recursos disponíveis (GALLETTI, 1974). Quando ofertado de forma continuada, esse serviço tem contribuído positivamente para o desenvolvimento de arranjos produtivos, como revela Bortolotti (2014) em sua experiência com agroecossistemas.

Caso o assistencialismo (políticas de caráter produtivo) no Brasil fosse ofertado de forma descentralizada e continuada nas diversas regiões do país, talvez a realidade desafiadora da maioria dos produtores rurais fosse outra, ou seja, facilitadora. Na concepção de Castro (2015), os pequenos produtores rurais do segmento da agricultura familiar, historicamente, têm recebido menos atenção do Estado na forma de políticas públicas. Tal entendimento reforça o contexto vivenciado pela maioria dos apicultores do Sertão Paraibano selecionados por este estudo, os quais se veem desassistidos quanto ao suporte técnico e financeiro.

Observando a oferta de orientação técnica no Brasil de forma regionalizada, verifica-se, com base no estudo de Garagorry, Quirino e Sousa (2002), que o assistencialismo foi insuficiente e ofertado de forma diferenciada entre as regiões do país, como apontam os dados seguintes: 14,6% (Nordeste), 14,5% (Norte), 32% (Centro-Oeste), 41,5% (Sudeste) e 50,5% (Sul). Considerando o censo agropecuário (BRASIL, 2018), realizado em caráter preliminar pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a situação não revelou melhorias, como aponta os seguintes percentuais: 7,45% (Nordeste), 10,39% (Norte), 23,61 (Centro-Oeste), 28,62% (Sudeste) e 48,57% (Sul). O confronto desses estudos demonstra que a necessidade de suporte técnico se agravou mesmo no intervalo de 15 anos, desafiando políticas públicas brasileiras e dificultando ainda mais a vida da maioria dos produtores rurais, especialmente daqueles residentes das regiões Norte e Nordeste, como despontam os dados contidos na Tabela 04.

Tabela 04. Oferta de assistência técnica no Brasil por região em 2002 e 2017

Recorte Geográfico	Assistência técnica em 2002 (%)	Assistência técnica em 2017 (%)
Nordeste	14,50	7,45
Norte	14,60	10,39
Centro-Oeste	32,00	23,61
Sudeste	41,50	28,62
Sul	50,50	48,57
Brasil	32,70	19,86

Fonte: Adaptado de Garagorry, Quirino e Sousa (2002) e de Brasil (2017).

Quanto ao nível de satisfação do suporte técnico, Garagorry, Quirino e Sousa (2002) encontrou em sua pesquisa que 88,6% dos produtores entrevistados não estavam satisfeitos com a qualidade do serviço. Tal situação, embora remonte um período passado, continua se fazendo presente, como declararam a maioria dos responsáveis pelos sistemas apícolas estudados, caracterizando a carência do suporte público como uma limitação para o desenvolvimento da atividade apícola. Essa questão foi evidenciada nas propostas fixista e migratória de criação de abelhas africanizadas.

Outro ponto crítico, revelado por este estudo, foi o **associativismo** (PC02). Tal seleção se substancia em virtude da importância de associações coletivas para o fortalecimento das atividades produtivas locais, cujas ações potencializam a comercialização dos produtos, o aprimoramento de técnicas de manejo e a partilha de experiências entre associados. Por outro lado, Aquino e Lacerda (2015) ponderam que a baixa adesão de produtores em organizações sociais coletivas tem se apresentado de maneira desfavorável, sinalizando uma situação de isolamento para produtor rural.

De acordo com Castro (2015) na região Sul do Brasil a proporção de agricultores que aderem ao sistema de cooperativas tem sido maior do que nas demais regiões brasileiras. Para ele, esse maior engajamento tem sido responsável pela atuação marcante das cooperativas da região Sul em oferecer assistência técnica satisfatória para seus associados. Considerando o recorte geográfico do presente estudo, destaca-se a Cooperativa de Apicultores de Catolé do Rocha (COOAPIL), fundada em 1985 (ARNAUD et al., 2010), como um importante espaço que interliga diversos apicultores da região, porém a assistência técnica foi considerada inexistente

ou insatisfatória pela maioria dos apicultores entrevistados, considerando os anos 2016 e 2017.

Para Lorenzon et al. (2012) o trabalho associativista se apresenta como um caminho de troca de ideias e experiências, de identificação objetiva de problemas e direcionamento de soluções possíveis, de incorporação (conjunta) de tecnologias e facilidade no escoamento da produção. Estes autores apontam também as principais dificuldades de adesão ao associativismo no campo apícola, como sendo: individualismo, desconfiança, oportunismo na esfera hierárquica das associações, capacidade comprometida no trato de questões jurídicas e processuais da associação, falta de crédito e dificuldades de acesso às reuniões. Essas limitações dificultam a estabilidade de segmentos produtivos rurais.

Essa contextualização revela a necessidade premente do engajamento de produtores rurais (aqui chama-se a atenção de apicultores “desconectados”) em organizações comunitárias de suas regiões para que os desafios particulares sejam superados em um alicerce coletivo. Tal estratégia tem se constituído como mecanismo capaz de agregar capacidade produtiva e comercial aos associados, assegurando-os a viabilização de suas cadeias de produção. Na verdade, a troca de experiências e a utilização de uma estrutura comum tem possibilitado a maximização do potencial de cada um, resultando maior retorno por seu trabalho (LEGLER; LAGO; CORONEL, 2007).

É oportuno esclarecer que o associativismo também pode ser exercido de outras maneiras, como, por exemplo, a realização conjunta de atividades com o objetivo de reduzir gastos com mão de obra. Essa abordagem é compreendida por este estudo, pois a maioria dos apicultores fixos e migratórios do Sertão Paraibano tem atuado através de parcerias, como no período de colheita de mel e no transporte de colmeias migratórias. Embora o associativismo possa ser visualizado por este ângulo, as organizações comunitárias continuam sendo fundamentais, atuando como pontes de diálogo e contribuindo para o entrosamento entre os associados.

Outro ponto crítico elencado por este estudo foi **autonomia** (PC03). Tal seleção se fundamenta no fato de que o controle da condução dos sistemas produtivos apícolas tem sido imperioso para o sucesso da atividade produtiva. Na concepção de Lorenzon et al. (2012) o apicultor precisa ser empresário do seu próprio agronegócio,

sendo capaz de alocar os recursos de maneira mais eficiente, ou seja, construindo uma gestão calcada no equilíbrio. Essa estabilidade dificilmente pode ser alcançada quando o apicultor não tem domínio (propriedade) sobre sua terra. Para Souza (2007) a situação da apicultura pode ser diferente, pois as abelhas não são capazes de reconhecer os limites legais da propriedade, permitindo que apiários de propriedades menores apresentem condições semelhantes de produção dos apiários localizados nas grandes fazendas da região.

Considerando o entendimento de Souza (2007) o acesso limitado à propriedade apícola não seria empecilho para produtividade de apicultores. Porém, faz-se necessário registrar que um dos maiores problemas enfrentados pelos apicultores fixistas do Sertão Paraibano é justamente a falta de acesso à terra, embora tal aspecto não seja reconhecido pela maioria deles. Essa situação deixa os sistemas apícolas vulneráveis em virtude da localização inapropriada de alguns apiários identificados nesta Tese. Tal situação pode ser agravada quando, além da inexistência de posse sobre a terra, o apicultor não reconhece o quanto que um local adequado para instalação do apiário é necessário para o bom desempenho das colmeias.

Considerando essa problemática, Aquino e Lacerda (2015) chegaram à conclusão de que os produtores familiares do Rio Grande do Norte dispõem, na maioria dos casos, de pouca terra para conduzir seu sistema de produção. Ao observar o contexto vivenciado pela maioria dos apicultores investigados a situação não tem sido diferente. Outrossim, a condução dos sistemas apícolas também pode ser afetada pela ausência de registros (anotações) pelos apicultores. Nessa perspectiva, Lorenzon et al. (2012) revelam que o apicultor que não dispõe de um histórico de sua produção, tampouco dos custos, geralmente, tem implicação na queda de produtividade.

Como visto, a autonomia dos sistemas apícolas pode ser ameaçada por diversos fatores, gerando impactos negativos sobre a estabilidade apícola e caminhando para níveis de insustentabilidade. Nesse contexto, evidencia-se a propriedade da terra como fundamento construtivo do bom funcionamento dos sistemas apícolas. A situação (descontrole ou controle) desses sistemas tem sinalizado possível prognóstico (fim em si mesmo ou perpetuação da atividade).

Ademais, a experiência empírica permitiu a seleção do ponto crítico **capacitação** (PC04) em razão do seu poder de transformação, capaz de apoiar e incentivar o uso de técnicas apropriadas para o desenvolvimento da apicultura. Para Lorenzon et al. (2012) este ponto crítico se coloca como uma ferramenta de melhoria tecnológica da atividade apícola. Estes autores ainda chamam a atenção de órgãos governamentais, cooperativas, associações e empresas privadas para a promoção de cursos de capacitação destinados aos produtores rurais a fim de elevar sua capacidade produtividade.

A carência de capacitação quando associada com baixos níveis educacionais pode tornar a realidade dos sistemas apícolas ainda mais fragilizada. De acordo com o censo agropecuário brasileiro (BRASIL, 2018) só na Paraíba 40,6% dos produtores rurais ainda não sabem ler e escrever. Sobre a situação do Nordeste brasileiro, Costa (2015) revela que a baixa qualificação da mão de obra tem dificultado a adoção de tecnologias apropriadas, bem como a utilização de cuidados culturais inadequados ou o uso de práticas incorretas no processo produtivo, desencadeando perdas de produtividade e baixos rendimentos. Essa conjuntura revela o quanto que o nível educacional dos produtores rurais é fundamental para a adoção de tecnologias disponíveis. Em contribuição, Vieira Filho e Silveira (2011) destacam que o aumento da capacidade de absorção de produtores inovadores tem auxiliado nos ganhos produtivos e nas reduções de custos.

A desatualização do conteúdo tecnológico de muitos produtores tem sinalizado para uma situação de pobreza contínua, exigindo que outras atividades complementares sejam realizadas a fim de garantir a sobrevivência de suas famílias (VIEIRA FILHO; SILVEIRA, 2011). A situação do Nordeste brasileiro é acentuada pois 61% dos agricultores familiares encontram-se na pobreza extrema (VIEIRA FILHO, 2013). Tal realidade é observada em alguns sistemas apícolas de caráter fixista do presente estudo, pois a apicultura apenas complementa o orçamento familiar, diferente do que acontece com os sistemas migratórios que têm na criação de abelhas sua independência financeira.

Outro entrave acerca da capacidade técnica na apicultura pode ser identificado no estudo de Oliveira (2015). Este autor, considerando a perspectiva dos apicultores entrevistados, concluiu que a falta de capacitação técnica não era considerada

obstáculo por eles uma vez que a troca de experiências superava os problemas de manejo das colmeias. É claro que a experiência adquirida pelo apicultor não deve ser desconsiderada, porém o desenvolvimento continuado da apicultura pode ser favorecido com o aprimoramento de novas técnicas de manejo. De acordo com Vieira e Resende (2007) um manejo com base em boas práticas apícolas pode triplicar o potencial de produtividade nos sistemas apícolas.

Elencou-se, ainda, o ponto crítico **manejo** (PC05) como aspecto preponderante no cenário apícola, afinal a apicultura se apresenta como uma atividade racional em que as ações do apicultor (mediante o manejo) são capazes de regular o desenvolvimento do seu sistema de produção apícola. Assim, caso as práticas de manejo sejam executadas de forma inadequada pelos apicultores, possivelmente, o desempenho apícola tende a ser indesejável.

Em contribuição, Paulino e Souza (2007) consideram que o manejo básico das colmeias envolve um conjunto de técnicas aplicadas à criação de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) de modo que seja assegurado as condições adequadas de desenvolvimento e conforto das colônias, bem como o desempenho produtivo satisfatório. A inspeção periódica, realizada nas colmeias para averiguação das condições de crias, para o fornecimento de alimentação suplementar e para identificação de predadores e doenças, tem se comportado como estratégia de manejo essencial para manutenção das colmeias ao longo do tempo (PAULINO; SOUZA, 2007).

A adoção de insumos tecnológicos pelos produtores, como suprimento para o manejo, tem sido atribuída ao aumento da produção e à redução de custos. Porém, é importante registrar que há situações em que o aumento do custo de uma nova tecnologia não compensa o retorno esperado, o que desestimula o interesse de muitos produtores rurais, conforme relatam Vieira Filho e Silveira (2011). Tal situação alerta para a responsabilidade de órgãos governamentais, universidades, cooperativas, associações e empresas privadas na criação de mecanismos alternativos para evitar situações conflitantes através da provisão de tecnologias mais acessíveis aos produtores.

Embora seja reconhecida a importância do manejo adequado para o desenvolvimento da atividade apícola, práticas adversas de manejo podem ser

identificadas na prática. No estudo realizado por Lorenzon et al. (2012), é possível elencar alguns aspectos inadequados praticados pelo apicultor, capazes de comprometer o desenvolvimento das colmeias, como: construção de caixas despadronizadas, mau estado de conservação das caixas, condições precárias de equipamentos de trabalho e de depósitos de ferramentas e a falta de cautela na escolha do local para implantação do apiário (sujeito muitas vezes ao ataque de formigas). Esses problemas mencionados desarmonizam a sintonia das colmeias e, conseqüentemente, contribuem para o declínio do sistema apícola. Para Paulino e Souza (2007) o descuido no manejo de colmeias tem levado muitos apicultores a perda, anualmente, de boa parte de seus enxames, resultando na redução da capacidade de produção do apiário e na diminuição dos lucros.

A dependência mútua entre abelhas e plantas, cujas contribuições recíprocas favorecem a manutenção de serviços ecossistêmicos fundamentais, impulsionou a seleção do ponto crítico **qualidade da paisagem** (PC06). De um lado as abelhas são responsáveis pela polinização e do outro as plantas ofertam pólen e néctar como fonte alimentar para esses insetos. Embora essa indispensável relação seja necessária, a realidade encontrada na maioria dos sistemas apícolas fixistas tem deixado o desenvolvimento da atividade apícola em alerta. Isso acontece em virtude da negligência com a fragmentação da caatinga e, sobretudo, com o uso de agrotóxicos utilizados em cultivos agrícolas. Essa fragmentação de habitat pode provocar sérias alterações na riqueza, composição, abundância e comportamento dos polinizadores (VIANA et al., 2012). Os pesticidas, por sua vez, têm se constituído como uma das causas potenciais do declínio dos polinizadores, influenciando profundamente a dinâmica populacional das colônias e do comportamento das abelhas (BRITTAIN et al., 2010; BRITTAIN; POTTS, 2011).

O estresse nutricional devido à perda de *habitat* pode desempenhar um importante papel no colapso de colônias de abelhas (WINFREE; BARTOMEUS; CARIVEAU, 2011). Isso acontece porque a escassez de néctar tem desafiado as abelhas voarem maiores distâncias na busca por alimentos. Nesse cenário, o gasto de energia pelas abelhas tem sido elevado, reduzindo, assim, a sua chance de retornar com sucesso para suas colônias (NAUG, 2009). Buscando compreender como a qualidade da dieta de pólen (análise polínica) e a diversidade (pólen plurifloral)

influenciam sobre as abelhas jovens, Pasquale et al. (2013) verificaram que as abelhas alimentadas com a mistura plurifloral viveram mais tempo do que as abelhas alimentadas com pólen monoflorais (exceto para o pólen monofloral enriquecido com proteína). Esses resultados podem ajudar a entender melhor a influência da intensificação do uso da terra na nutrição e saúde das abelhas, ou seja, a qualidade desejável do pasto apícola tem contribuído substancialmente para o estabelecimento de abelhas saudáveis.

A manutenção da flora de interesse apícola e sua diversificação são desafios para os apicultores (LORENZON et al., 2012). Tal dificuldade tem se tornado ainda mais acentuada no Semiárido brasileiro, quando em boa parte do ano os índices pluviométricos são significativamente reduzidos. Nesta região, os apicultores necessitam de práticas alternativas de manejo (alimentação artificial, reflorestamento ou migração de colmeias) para repor a redução da pastagem apícola, mesmo sabendo que há espécies vegetais que entram em floração no período seco, como revela Maia-Silva et al. (2012). Em situação com escassez de recursos alimentares para as abelhas, o processo migratório tem sido aconselhado (SIMONE-FINSTROM et al., 2016).

Portanto, o desflorestamento acentuado, modificando a estrutura dos habitats naturais, e o uso de agrotóxicos em áreas de cultivos (sendo muitos monocultivos) têm se apresentado como grandes dilemas para a conservação dos polinizadores. Nesse contexto, surge a necessidade premente de manter os serviços ecossistêmicos mediante a conservação de paisagens ricas em diversidade vegetal, fornecendo abrigo e alimento para as abelhas e polinizadores de forma geral. Essa estratégia potencializa a sustentação da biodiversidade.

Compreender a sustentabilidade da atividade apícola vai além de componentes ambientais. Por esta razão, a **qualidade de vida** (PC07) foi selecionada como mais um ponto crítico deste estudo. A compreensão das condições de vida da família apicultora é necessária para o entendimento da sustentabilidade apícola. Embora o tema qualidade de vida apresente muitas imprecisões conceituais e abordagens diferentes (PEREIRA; TEIXEIRA; SANTOS, 2012), o seu universo de conhecimento ocupa-se com diversos elementos do cotidiano do ser humano, considerando, por

exemplo, a percepção e expectativa subjetivas sobre a vida (ALMEIDA; GUTIERREZ; MARQUES, 2012).

A qualidade de vida dos apicultores foi representada neste estudo a partir da acessibilidade da família apiculadora aos serviços de saúde e educação bem como das suas satisfações física e mental com a criação racional de abelhas africanizadas. A satisfação em criar abelhas pôde ser observada em muitos relatos dos apicultores entrevistados, os quais se expressaram resumidamente através de palavras como: “identificação com a apicultura”, “prática de lazer”, “minha verdadeira paixão”, “amo as abelhas”, “muito prazeroso”, “gosto muito de criar abelhas”, “gosto da minha profissão” e “as abelhas dão o exemplo”.

Essa satisfação pode ser reforçada quando o desejo de continuar desenvolvendo a apicultura ultrapassa o sentimento de perda, consideravelmente mais evidente nos anos de secas prolongadas. Ou ainda, quando experientes apicultores desestimulados com a seca para a apicultura fixista apostam no processo migratório como forma de dar continuidade ao que gostam de fazer. Tais experiências revelam que a satisfação apícola se apresenta como um dos pilares para a permanência da apicultura no Semiárido brasileiro. Em outras palavras, o desejo pela apicultura tem sido revigorado a cada novo ano mesmo diante das dificuldades enfrentadas pelos apicultores da região.

A apicultura tem demonstrado sua importância em aspectos ambientais e sociais, mas é através de sua produtividade que a renda de famílias apiculadoras no Sertão Paraibano tem sido fortalecida, parcial ou integralmente. Sendo assim, o ponto crítico **produtividade apícola** (PC08) se configura como um dos pilares para que a apicultura seja estabelecida como sistema de produção, capaz de assegurar renda e viabilidade econômica. Para Souza (2007) o baixo investimento necessário para a implantação de um apiário e sua boa lucratividade têm permitido a inclusão dos pequenos produtores no processo produtivo.

Entretanto, o apicultor de regiões semiáridas precisa conviver com a redução considerável de pasto apícola nos períodos secos. De acordo com Vidal (2017) a escassez de chuvas no Nordeste a partir de 2012 provocou queda de produtividade apícola em todos os estados, com destaque para Pernambuco e Piauí onde a redução da produção de mel de 2012 chegou a aproximadamente 70%, quando comparada

com a produção de 2011. Reforçando a necessidade da chuva para a produtividade agropecuária em um município da Paraíba, Duarte et al. (2018) identificaram que déficits de produção agrícola e redução de efetivos de animais têm sido evidenciados em estações prolongadas de secas.

Outros fatores também têm desfavorecido a produtividade de mel na Paraíba, tais como: reduzida capacidade técnica, descuido de manejo, falta de higiene durante o processo de beneficiamento do mel, local inapropriado do apiário e falta de conhecimento da flora apícola (COSTA, 2015). Esses problemas têm revelado o comprometimento do controle gerencial dos apicultores sobre seus apiários, desfavorecendo a capacidade produtiva dos sistemas apícolas e, consecutivamente, inviabilizando o desenvolvimento da atividade.

A diversidade de produtos apícolas também merece ser enfatizado no contexto do ponto crítico produtividade apícola, pois a apicultura oferece várias alternativas de retorno econômico (ITAGIBA, 1997; CRANE, 2009C; CRANE; VISSCHER, 2009). Contudo, foi constatado nos sistemas apícolas investigados, tanto nos fixistas quanto nos migratórios, baixa exploração de produtos apícolas, com destaque para o aproveitamento de mel e com menor intensidade da cera. Tal resultado é compatível com o encontrado por Sousa (2013) também no Semiárido Paraibano. Essa carência de diversificação produtiva pode comprometer o desenvolvimento futuro da apicultura na região.

É necessário revelar que a situação dos apicultores prejudicados pela sua produção tende a ser agravada quando a comercialização é inviabilizada por quesitos de qualidade ou de interceptação de atravessadores. Em estudo realizado em Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, Fernandes Júnior e Silva (2016) identificaram que a presença de atravessadores tem se constituído como um fator desfavorável para apicultura, pois eles têm ditado o preço do mel na região. Essa situação também foi evidenciada, na presente Tese, pelos apicultores do Sertão Paraibano.

Por último, foi definido o ponto crítico **variabilidade climática** (PC09) haja vista sua ampla preocupação demonstrada pelos apicultores envolvidos. Tal seleção se sustenta porque as condições climáticas desfavoráveis (principalmente quando as secas se prolongam) testam a capacidade de sobrevivência das espécies de abelhas, reduzindo notavelmente a disponibilidade de néctar e pólen.

As condições de semiaridez do Nordeste brasileiro podem ser acentuadas em virtude das projeções do clima do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) divulgadas em todo o mundo. O alerta do clima tem sido investigado por diversos pesquisadores, como é o caso de Giannini et al. (2013), que utilizando modelagem conseguiram identificar áreas potenciais de ocorrência para abelhas e plantas a partir de suas distribuições atuais e do cenário de clima futuro. Em contribuição, Oliveira et al. (2012) sugerem que os remanescentes de vegetação natural se comportem como refúgios climáticos, destacando que os esforços devem ser concentrados no Nordeste do Brasil.

As condições do meio ambiente têm determinado a atividade das abelhas dentro da colmeia (DOMINGOS; GONÇALVES, 2014) e fora dela (MATTOS; SOUZA; SOARES, 2018). A mudança climática pode influenciar as abelhas em diferentes níveis. Com base nesse entendimento, a elevação da temperatura do ambiente pode afetar drasticamente o comportamento, a fisiologia e a distribuição das abelhas (REEDY; VERGHESE; RAJAN, 2012). Além disso, a situação pode ser agravada uma vez que essa alteração pode originar novas relações de competitividade entre espécies e raças, bem como entre seus parasitas e patógeno (CONTE; NAVAJAS, 2008).

É importante esclarecer que cada ponto crítico reúne diversas características dos sistemas apícolas, podendo ser apresentado como fragilidade ou potencialidade com base no desempenho de cada um deles. Como exemplo, destaca-se o ponto crítico variabilidade climática (PC09), o qual considera as condições de semiaridez e os prognósticos climáticos. Essas questões têm uma influência direta na permanência e na desenvoltura das cadeias de produção apícolas. De forma objetiva, é notável a diferença entre as práticas de manejo de sistemas apícolas fixistas e migratórios. Para conviver com a seca, os apicultores fixos recorrem para suplementação alimentar durante os meses secos (o que nem sempre garante a permanência dos enxames). Por outro lado, os apicultores migratórios têm realizado um investimento de capital maior no processo de migração das colmeias, assegurando mínimas perdas por abandono. A seguir cada ponto crítico é descrito de forma resumida no Quadro 13.

Quadro 13. Síntese descritiva de cada ponto crítico selecionado pelo estudo

Identificação	Pontos críticos	Descrição
<i>PC01</i>	Assistência pública	Refere-se aos serviços públicos de assistencialismo referentes ao suporte técnico e às condições de financiamento para as cadeias de produção apícolas.
<i>PC02</i>	Associativismo	Corresponde à capacidade de atuação e organização de cooperativas, envolvendo também a interação entre os apicultores.
<i>PC03</i>	Autonomia	Compreende a capacidade de controle organizacional do sistema apícola, especialmente, no que se refere ao acesso permanente da terra e à condução do sistema de produção apícola.
<i>PC04</i>	Capacitação	Consiste na habilidade dos apicultores para compreender a cadeia apícola e solucionar os seus problemas emergentes.
<i>PC05</i>	Manejo	Denota as práticas desenvolvidas no sistema produtivo apícola, considerando as alternativas de manejo associadas ao nível técnico-científico e à condição climática da região Semiárida.
<i>PC06</i>	Qualidade da paisagem	Corresponde aos aspectos relacionados ao pasto apícola, abrangendo o uso do solo circunvizinho dos apiários, a proximidade com áreas preservadas de caatinga e a utilização de agrotóxicos.
<i>PC07</i>	Qualidade de vida	Compreende aspectos relacionados às condições de saúde e educação, bem como o nível de satisfação do apicultor com a criação de abelhas.
<i>PC08</i>	Produtividade apícola	Aborda os componentes da valoração econômica da produção apícola (produtividade, diversidade e lucratividade) e os canais de comercialização.
<i>PC09</i>	Variabilidade climática	Envolve as condições de semiaridez e as projeções do clima futuro.

Fonte: dados da pesquisa (2018).

A conjuntura dos nove pontos críticos elencados neste estudo direciona aspectos preciosos que devem ser considerados pelos apicultores do Sertão Paraibano no controle dos seus sistemas apícolas, mediante correções das fragilidades e maximização das potencialidades. Essas ações podem garantir que a apicultura, desenvolvida, especialmente, em ambiente semiárido, alcance patamares desejáveis de desenvolvimento. Salienta-se, porém, que esse caminho precisa ser construído com contribuições de pesquisadores, associações, apicultores e suas famílias e, sobretudo, assistência técnica municipal. A organização desses pontos críticos serviu de plano de fundo para que indicadores de sustentabilidade apícola pudessem ser propostos. Esta etapa permitiu que indicadores fossem construídos a partir da realidade dos sistemas apícolas investigados, evidenciando de maneira mais representativa a sustentabilidade da apicultura no Nordeste brasileiro. Tais indicadores são revelados na próxima subseção.

5.3 PROPOSIÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE APÍCOLA (3º PASSO)

Neste momento, 25 indicadores para avaliação da sustentabilidade apícola são apresentados, conjuntamente com os critérios de diagnóstico (também propostos). É importante esclarecer que cada indicador se encontra relacionado com um dos atributos de sustentabilidade preconizados pela ferramenta MESMIS e embasado na realidade vivenciada pelos apicultores do estudo. Essa estruturação revela o elo entre atributos, critérios de diagnóstico, indicadores de sustentabilidade e pontos críticos. Ao final desta subseção é apresentado um quadro síntese dessa organização.

5.3.1 Sistematização com base nos atributos de sustentabilidade

O entendimento de sustentabilidade preconizado pelo MESMIS tem requisitado a abordagem dos seguintes atributos: produtividade, estabilidade, resiliência, confiabilidade, equidade, adaptabilidade e autoconfiança (declarados anteriormente na seção destinada ao referencial teórico). Nessa perspectiva, cada indicador proposto para a avaliação da sustentabilidade apícola encontra-se relacionado com seu respectivo atributo. Essa sistematização é iniciada pelo atributo produtividade, descrito a seguir.

5.3.1.1 *Produtividade*

Na representação do atributo **produtividade** foram definidos indicadores capazes de representar a capacidade produtiva dos sistemas apícolas através da compreensão de gastos com insumos (*input*), dos preços de venda de mel, dos montantes de mel produzido e da quantidade de colmeias sob a administração dos apicultores entrevistados. Esses aspectos contribuiriam para elucidar a realidade da produção de cada sistema apícola dentro recorte temporal do estudo (2016 e 2017). Em outras palavras, esse atributo foi abordado no presente estudo através de quatro indicadores: custo de produção, lucratividade apícola, perfil do apicultor e produção de mel (Quadro 14). Destaca-se, ainda, que o critério de diagnóstico eficiência foi proposto como ponto de ligação entre o atributo produtividade e seus respectivos indicadores.

Quadro 14. Proposição de indicadores relacionados com o atributo produtividade

Indicadores	Embasamento científico	Referências
<i>Custo da produção (R\$)</i>	O custo da produção foi estabelecido como forma de simplificar os insumos que são requisitados pelos sistemas apícolas. Ou seja, é um indicador capaz de agregar as necessidades que são necessárias para o funcionamento do sistema apícola.	Freitas, Khan e Silva (2004), Sabbag e Nicodemo (2011), Lorenzon et al. (2012)
<i>Lucratividade apícola (%)</i>	O lucro representa um indicativo de que vale a pena investir no sistema produtivo, ou seja, revela o ganho que o apicultor teve após a retirada de todos os custos. É importante para revelar a viabilidade econômica da produção.	Martin et al. (1998), Barros e Reis (2004, Freitas, Khan e Silva (2004), Caione et al. (2011), Sousa (2013), Gomes et al. 2015
<i>Perfil do apicultor (nº de colmeias)</i>	Este indicador foi proposto para dimensionar o tamanho do sistema apícola com base na quantidade de colmeias povoadas. O perfil do apicultor ainda serve de referência para caracterizar o porte dos apicultores (muito pequeno, pequeno médio e grande) do Sertão Paraibano.	Oliveira et al. (2007), Lorenzon et al. (2012), Oliveira (2015)
<i>Produção de mel (kg)</i>	A produção de mel foi selecionada como indicador pois representa de forma simples uma saída (<i>output</i>) importante do sistema apícola. Tal seleção se justifica em razão do mel ser o principal produto de exploração dos apiários.	Camargo et al. (2002), Ribeiro et al. (2007), Oliveira (2015), Lorenzon et al. (2012), Costa (2015), Vidal (2017)

Fonte: dados da pesquisa (2018).

5.3.1.2 Estabilidade, resiliência e confiabilidade

Os atributos **estabilidade, resiliência e confiabilidade** foram agrupados em virtude de ser observado uma interface em comum entre eles: o estado de equilíbrio da unidade estudada. No presente estudo, esses atributos representam a capacidade de um sistema apícola se sustentar ao longo do tempo, mesmo após o acometimento de perturbações. Sendo assim, a estabilidade, a resiliência e a confiabilidade foram representadas através do conhecimento do apicultor sobre a flora apícola, da localização dos apiários, do interesse pela certificação e parâmetros de qualidade do mel, da forma disposição dos resíduos sólidos, do nível de dependência de insumos, das vias de comercialização da produção, dos produtos apícolas explorados, da perda de colmeias e do uso de agrotóxico na agricultura.

Esses aspectos contribuíram para elucidar a realidade da produção de cada sistema apícola. Em outras palavras, esses atributos foram abordados no presente estudo através de 10 indicadores, a saber: conhecimento da flora apícola, pastagem apícola, certificação de mel, qualidade de mel, disposição de resíduos, dependência de insumos externos, escoamento da produção, diversidade produtiva, perdas de colmeia e consumo de agrotóxico (Quadro 15). Destaca-se, ainda, que para esta situação foram definidos três critérios de diagnóstico (conservação de recursos naturais, credibilidade e fragilidade do sistema).

Quadro 15. Indicadores relacionados com os atributos estabilidade, resiliência e confiabilidade

Indicadores	Embasamento científico	Referências
<i>Conhecimento da flora apícola (categorias de intensidade)</i>	O conhecimento da flora apícola de uma determinada região tem se apresentado como uma ferramenta essencial para o aperfeiçoamento dos sistemas apícolas. Este indicador pode inclusive ser maximizado a partir de práticas de conservação e restauração de caatinga nas proximidades dos apiários.	Silva et al. (2008), Benevides e Carvalho (2009), Silva et al. (2014a), Costa (2014), Costa (2015)
<i>Pastagem apícola (categorias de intensidade)</i>	Este indicador está relacionado com a estrutura da paisagem envolta dos apiários, com destaque, neste estudo, para a presença de vegetação natural em diferentes intensidades. A presença significativa de vegetação natural pode representar ganhos de produtividade e conforto para as abelhas.	Sande et al. (2009), Viana et al. (2012), Garibaldi et al. (2013), Felipe Neto et al. (2017)
<i>Certificação de mel (categorias de intensidade)</i>	O atestado de qualidade de mel tem agregado valor ao produto comercializado, bem como estabelecido laços de confiança com os consumidores. Este indicador pode indicar o nível de competitividade do sistema apícola, bem como o seu diferencial produtivo.	Reis (2003), Lorenzon et al. (2012), Batista et al. (2013), Araújo, Correia e Silva (2016), Vidal (2017)
<i>Qualidade de mel (categorias de intensidade)</i>	O atendimento de padrões de qualidade de mel é necessário para evitar qualquer prejuízo para saúde dos consumidores. Diante disso, o indicador qualidade de mel pode revelar o nível de integridade do mel, apontando, ainda, possíveis práticas inadequadas de manejo a partir de características físico-químicas e microbiológicas.	Lorenzon et al. (2012), Oliveira et al. (2013), Moura et al. (2014), Costa (2015), Gois et al. (2015)
<i>Disposição de resíduos (categorias de intensidade)</i>	A disposição incorreta de resíduos sólidos tem se destacado como um dos agravantes da saúde ambiental, sendo utilizado por pesquisadores no estudo da sustentabilidade. Sendo assim, esse indicador busca a revelação do comportamento da família apicultora com os resíduos gerados.	Zaneti, Sá e Almeida (2009), Alves Filho e Ribeiro (2014), Fratta, Toneli e Antonio (2019)
<i>Dependência de insumos externos (categorias de intensidade)</i>	Assim como a maioria das cadeias produtivas, a apicultura também tem exigido a necessidade de insumos externos para garantir o desenvolvimento da atividade. Este indicador revela que baixa dependência de insumos pode ter maior contribuição para a sustentabilidade.	Altieri (1983), Lengler e Rathmann (2007), Pinheiro (2011)
<i>Escoamento da produção (mercado consumidor e poder de barganha)</i>	As vias de comercialização são a chave de qualquer segmento produtivo. Portanto, este indicador representa grande responsabilidade na viabilidade da apicultura com base no mercado consumidor e no poder de barganha do apicultor.	Lorenzon et al. (2012), Silva et al. (2013), Oliveira (2015), Fernandes Júnior e Silva (2016), Silva et al. (2017)
<i>Diversidade produtiva (nº de produtos apícolas)</i>	A apicultura tem uma capacidade diversificada de produtos. Compreender essa dinâmica no sistema apícola através do indicador diversidade produtiva é necessária para revelar sua estabilidade financeira.	Camargo et al. (2002), Oliveira et al. (2007), Lorenzon et al. (2012), Sousa (2013)
<i>Perda de colmeias (%)</i>	A perda de colmeias tem sido ocasionada por motivadores potenciais. No Nordeste brasileiro, a seca prolongada se apresenta como grave desafio para os apicultores da região. O registro dessa informação como indicador é fundamental para o entendimento da estabilidade dos sistemas apícolas.	Lorenzon et al. (2012), Garibaldi et al. (2013), Potts et al. (2016), Vidal (2017)
<i>Consumo de agrotóxico (categorias de intensidade)</i>	Este indicador foi selecionado em detrimento da influência de agrotóxicos na dinâmica populacional e no comportamento das abelhas, constituindo-se como uma das causas potenciais do declínio dos polinizadores.	Ehlers (1994), Brittain et al. (2010), Brittain e Potts (2011)

Fonte: dados da pesquisa (2018).

5.3.1.3 Equidade

Com observância do atributo de sustentabilidade **equidade** foram propostos os seguintes indicadores: nível de cooperativismo, nível de participação familiar, acesso aos serviços de saúde, acesso aos serviços educacionais, suporte financeiro, suporte técnico e nível satisfação apícola (Quadro 16). Para interligar o atributo equidade com seus indicadores de sustentabilidade foram definidos os seguintes critérios de diagnóstico: cooperação, apoio público e satisfação profissional.

Quadro 16. Proposição de indicadores relacionados com o atributo equidade

Indicadores	Embasamento científico	Referências
<i>Nível de cooperativismo (categorias de intensidade)</i>	O trabalho realizado coletivamente em benefício de objetivos comuns tem grande chance de potencializar os resultados da produção. Diante disso, o indicador nível de cooperativismo busca a representação desse elo nos sistemas investigados.	Lengler e Rathmann (2006), Oliveira (2015), Lorenzon et al. (2012)
<i>Nível de participação familiar (categorias de intensidade)</i>	Um dos motivos que tornam a atividade apícola atrativa é a possibilidade de ocupação do grupo familiar, viabilizando a geração de renda e a diversificação da produção. Buscando compreender essa relação entre sistemas apícolas analisados, o indicador nível de participação familiar foi proposto.	Brito et al. (2009), Almeida e Carvalho (2009), Oliveira (2015), Cerqueira e Figueiredo (2017)
<i>Acesso aos serviços de saúde (categorias de intensidade)</i>	A qualidade dos serviços de saúde, ofertada pelo poder público, é fundamental para manter as famílias apicultoras saudáveis, contribuindo para a qualidade de vida. Nesse sentido, o referido indicador elucida o nível de satisfação do apicultor em relação ao serviço saúde.	Buss (2000), Facchini et al. (2006), Azevedo e Pelicioni (2011), Alves Filho e Ribeiro (2014), Viacava et al. (2018)
<i>Acesso aos serviços educacionais (categorias de intensidade)</i>	O conhecimento se apresenta como um instrumento de transformação social, capaz de dialogar e agir sobre os problemas ambientais, aprimoramento, inclusive a renda de famílias rurais. Esse indicador busca evidenciar o nível de satisfação do apicultor quanto à qualidade dos serviços educacionais ofertados pelo poder público.	Goldemberg (1993), Ney e Hoffmann (2009), Leal Filho et al. (2018)
<i>Suporte financeiro (categorias de intensidade)</i>	A disponibilidade de crédito para produtores rurais pelo poder público é necessária para fortalecer as atividades e maximizar a produção. O indicador suporte financeiro revela a situação do apoio financeiro para os apicultores entrevistados.	Lorenzon et al. (2012), Cardoso et al. (2014), Silva et al. (2015), Lopes, Lowery e Peroba (2016)
<i>Suporte técnico (categorias de intensidade)</i>	A assistência técnica tem promovido o aperfeiçoamento dos produtores, contribuindo com práticas de manejo e beneficiando o sistema produtivo. O indicador suporte técnico materializa a situação desse apoio na perspectiva de apicultores do Sertão Paraibano.	Oliveira et al. (2007), Pinheiro (2011), Lorenzon et al. (2012), Silva et al. (2015), Nascimento et al. (2017)
<i>Nível de satisfação apícola (categorias de intensidade)</i>	O aumento de limitações sociais no Semiárido brasileiro, provocado pela baixa produtividade e pela falta de políticas públicas, tem desestimulado muitos produtores, refletindo negativamente sobre a permanência de sistemas produtivos. O indicador de satisfação busca justamente identificar o nível de contentamento do apicultor mesmo diante de dificuldades.	Sousa, Fernandes e Barbosa (2008), Vidal (2013), Oliveira (2015), Vidal (2017)

Fonte: dados da pesquisa (2018).

Esses sete indicadores buscaram representar a capacidade de distribuição dos benefícios e custos relacionados com a gestão do sistema apícola, sendo capaz de apontar problemas que o ameaçam. Nesse sentido, buscou-se compreender os laços estabelecidos de cooperação no âmbito familiar, bem como entre os apicultores (associados em organizações comunitárias ou não); registrou-se, também, a situação de serviços públicos de educação e saúde e de apoio técnico e financeiro, quanto aos seus aspectos de disponibilidade e qualidade; por último, compreendeu-se a satisfação do apicultores com a criação de abelhas. Adiante, apresentam-se os indicadores relacionados com o atributo de sustentabilidade adaptabilidade.

5.3.1.4 Adaptabilidade

O atributo **adaptabilidade**, compreendido como a capacidade estratégica do sistema apícola de encontrar sua estabilidade, sobretudo, em condições de semiaridez, foi materializado nesta Tese a partir dos seguintes indicadores: nível de adaptação à seca, ambientação das colmeias e nível de adaptação tecnológica (Quadro 17). Com o intuito de conectar o atributo adaptabilidade com seus respectivos indicadores de sustentabilidade foram definidas adaptação e inovação como critérios de diagnóstico.

Quadro 17. Proposição de indicadores relacionados com o atributo adaptabilidade

Indicadores	Embasamento científico	Referências
<i>Nível de adaptação à seca (categorias de intensidade)</i>	Quando o período chuvoso termina e se inicia o seco, a flora apícola diminui drasticamente na Caatinga, exigindo a realização de alternativas alimentares para a manutenção nutritiva das colmeias ou do processo de migração para áreas com pasto apícola. O indicador nível de adaptação à seca busca compreender o nível de manejo alimentar adotado pelos entrevistados.	Pereira et al. (2003), Matos et al. (2014), Lima et al. (2015)
<i>Ambientação das colmeias (categorias de intensidade)</i>	Este indicador foi estabelecido com objetivo de revelar se sistemas apícolas dispõem de sombreamento adequado. Essa característica de manejo é fundamental para garantir o desenvolvimento e o conforto das colmeias, principalmente, em ambiente semiárido.	Wiese (1987), Souza (2007), Lopes et al. (2011), Domingos e Gonçalves (2014), Santos et al. (2016), Santos et al. (2017)
<i>Nível de adaptação tecnológica (categorias de intensidade)</i>	A aplicação de técnicas aprimoradas de manejo tem contribuído para manutenção e produtividade de sistemas produtivos. Porém, tem sido observado certa resistência de produtores rurais em colocar em prática novos conhecimentos. Diante disso, buscou-se com o indicador nível de adaptação tecnológica diagnosticar o nível de implantação de novas estratégias tecnológicas no seguimento apícola, considerando o recorte geográfico do presente estudo.	Oliveira et al. (2007), Vieira Filho e Silveira (2011), Lorenzon et al. (2012), Costa (2015)

Fonte: dados da pesquisa (2018).

Em resumo, esses três indicadores buscaram compreender a capacidade de adaptação dos sistemas apícolas fixos e migratória. É importante registrar a pertinência do atributo adaptabilidade na avaliação da atividade apícola no Semiárido brasileiro, onde as estratégias tecnológicas têm se destacado como ferramentas de superação de fragilidades impostas pela variabilidade climática da região. Esse cenário foi revelado com base nas práticas de manejo adotadas pelos apicultores, principalmente, nos períodos secos. Por último, apresenta-se o atributo de sustentabilidade autoconfiança e seu indicador relacionado.

5.3.1.5 Autoconfiança

Com o atributo **autoconfiança** buscou-se a evidenciação das interações de regulação e controle entre sistemas apícolas e seu ambiente externo (sistemas periféricos). Tal entendimento foi possível com base no indicador autonomia do sistema apícola, cuja fundamentação teórica encontra-se, resumidamente, descrita no Quadro 18. Aponta-se, ainda, que este indicador revelou o nível da capacidade de autonomia dos apicultores sobre seus sistemas de produção. Na busca pela interligação do atributo autoconfiança com o seu indicador correspondente foi estabelecido como critério de diagnóstico o controle organizacional.

Quadro 18. Proposição de indicador relacionado com o atributo autoconfiança

Indicadores	Embasamento científico	Referências
<i>Autonomia do sistema apícola (categorias de intensidade)</i>	O produtor como dono do seu negócio é capaz de ter uma visão ampla do processo produtivo e de agir de forma enérgica quando algo não estiver caminhando bem. Esse aspecto é extremamente relevante para garantir a autoconfiança do sistema. Neste estudo, o indicador autonomia do sistema apícola buscou perceber o nível de controle do apicultor sobre seu sistema apícola.	Costa (2015), Nascimento et al. (2017)

Fonte: dados da pesquisa (2018).

O conjunto desses 25 indicadores foi responsável pela avaliação da sustentabilidade apícola em ambiente semiárido, Nordeste brasileiro, com ênfase em sistemas apícolas fixistas e migratórios. No Quadro 19 foi possível representar a integração entre atributos de sustentabilidade, critérios de diagnóstico, indicadores e pontos críticos. Estes, em particular, foram estruturados considerando a complexidade do fenômeno investigado, sendo relacionados com mais de um indicador.

Quadro 19. Integração entre atributos, critérios de diagnósticos, indicadores e pontos críticos

Atributos de sustentabilidade	Critérios de diagnósticos	Indicadores de Sustentabilidade Apícola	Pontos críticos*								
			PC 01	PC 02	PC 03	PC 04	PC 05	PC 06	PC 07	PC 08	PC 09
<i>Produtividade</i>	Eficiência	Custo de produção	X	X	X	X	X	X		X	X
		Perfil do apicultor	X		X	X	X	X			X
		Produção de mel	X		X	X	X	X			X
		Lucratividade apícola	X		X	X	X	X		X	X
<i>Estabilidade, resiliência e confiabilidade</i>	Conservação de recursos naturais	Conhecimento da flora apícola	X			X	X	X			
		Pastagem apícola	X		X	X	X	X			X
	Credibilidade	Certificação de mel	X	X	X	X	X	X		X	
		Qualidade de mel	X		X	X	X	X			
	Fragilidade do sistema	Disposição de resíduos	X			X	X	X	X	X	
		Dependência de insumos externos	X		X	X	X	X		X	X
		Escoamento da produção	X	X	X						X
		Diversidade produtiva	X	X	X	X	X	X		X	X
		Perda de colmeias	X		X	X	X	X			X
		Consumo de agrotóxico	X			X	X	X			
<i>Equidade</i>	Cooperação	Nível de cooperativismo		X		X	X		X		
		Nível de participação familiar		X		X	X		X		
	Apoio público	Acesso aos serviços de saúde							X		
		Acesso aos serviços educacionais							X		
		Suporte financeiro	X		X	X	X			X	
		Suporte técnico	X	X		X	X	X		X	
	Satisfação profissional	Nível de satisfação apícola			X	X			X	X	
<i>Adaptabilidade</i>	Adaptação	Nível de adaptação à seca	X		X	X	X	X			X
		Ambientação das colmeias	X		X	X	X	X		X	X
	Inovação	Nível de adaptação tecnológica	X		X	X	X	X		X	X
<i>Autoconfiança</i>	Controle organizacional	Autonomia do sistema apícola		X	X	X	X	X	X	X	

Fonte: dados da pesquisa (2018).

*Descrição dos pontos críticos: PC01 – assistência pública; PC02 – associativismo; PC03 – autonomia; PC04 – capacitação; PC05 – manejo; PC06 – qualidade da paisagem; PC07 – qualidade de vida; PC08 – produtividade apícola; e PC09 – variabilidade climática.

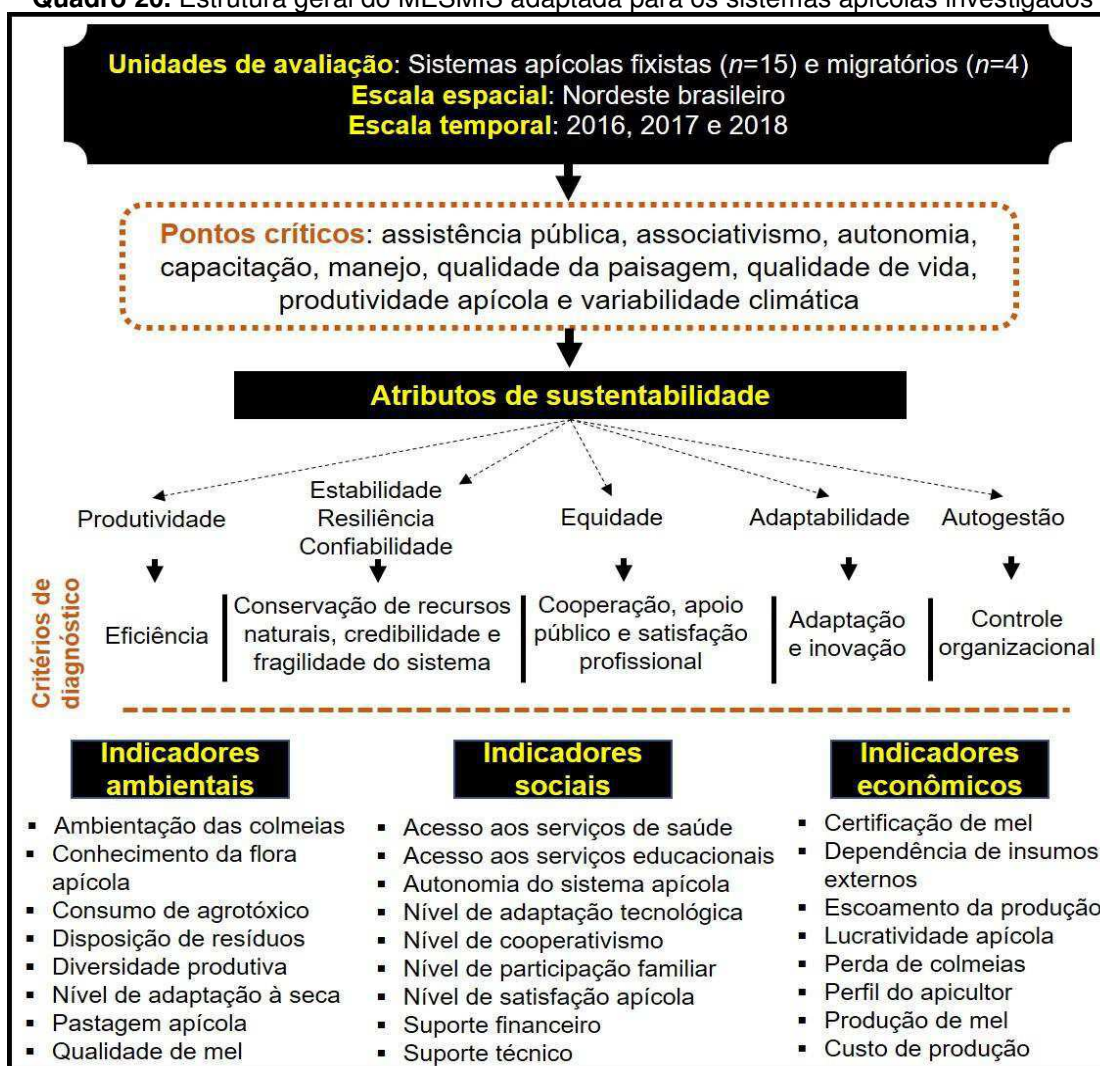
É oportuno esclarecer, neste momento, que os indicadores quantitativos propostos foram representados por unidades de medida padrão, sendo exemplo a porcentagem (%) no caso dos indicadores lucratividade apícola e perda de colmeias. Para os indicadores qualitativos foram estabelecidas categorias de intensidade. Tal situação pode ser exemplificada nas categorias (inexistente, reduzida, moderada ou

elevada) utilizadas para o indicador autonomia do sistema apícola. Na próxima seção, essas questões são abordadas com mais propriedades.

5.4 MONITORAMENTO E MEDIÇÃO DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE APÍCOLA (4º PASSO)

Nesta etapa, revela-se o procedimento de atribuição de notas para cada indicador de sustentabilidade apícola, evidenciando a condição de sustentabilidade vivenciada pelos sistemas investigados em cada situação. Os indicadores estão sistematizados de acordo com as dimensões da sustentabilidade, diferentemente da subseção anterior. Essa estratégia foi adotada para facilitar o processo de ponderação dos indicadores. Resume-se, no Quadro 20, o caminho percorrido até aqui.

Quadro 20. Estrutura geral do MESMIS adaptada para os sistemas apícolas investigados



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Aproveitando o ensejo, é importante revelar também que cada indicador apresentou um conjunto particular de métodos de medição em sua materialização (entrevista, observações de campo, análises laboratoriais, registro fotográfico e/ou aporte teórico), conforme pode ser observado no Quadro 21. Essa diversidade de métodos é importante para compreender fenômenos complexos, como é o caso dos sistemas apícolas, envolvendo não somente a realidade dos números, mas evidenciando também a percepção dos atores sociais inseridos nesse contexto, ou seja, dos apicultores.

Quadro 21. Métodos de medição e área de avaliação para cada indicador de sustentabilidade

Indicadores de sustentabilidade	Área de avaliação	Métodos de medição*
<i>Lucratividade apícola</i>	Econômica	1, 5
<i>Perfil do apicultor</i>	Econômica	1, 5
<i>Produção de mel</i>	Econômica	1, 5
<i>Custos da produção</i>	Econômica	1, 5
<i>Conhecimento da flora apícola</i>	Ambiental	1, 2, 5
<i>Pastagem apícola</i>	Ambiental	1, 2, 4, 5
<i>Certificação de mel</i>	Econômica	1, 5
<i>Qualidade de mel</i>	Ambiental	3, 5
<i>Disposição de resíduos</i>	Ambiental	1, 2, 5
<i>Dependência de insumos externos</i>	Econômica	1, 2, 5
<i>Escoamento da produção</i>	Econômica	1, 2, 5
<i>Diversidade produtiva</i>	Ambiental	1, 2, 5
<i>Perda de colmeias</i>	Econômica	1, 2, 4, 5
<i>Consumo de agrotóxico</i>	Ambiental	1, 2, 5
<i>Nível de cooperativismo</i>	Social	1, 2, 5
<i>Nível de participação familiar</i>	Social	1, 2, 5
<i>Acesso aos serviços de saúde</i>	Social	1, 2, 5
<i>Acesso aos serviços educacionais</i>	Social	1, 2, 5
<i>Suporte financeiro</i>	Social	1, 2, 5
<i>Suporte técnico</i>	Social	1, 5
<i>Nível de satisfação apícola</i>	Social	1, 2, 5
<i>Ambientação das colmeias</i>	Ambiental	1, 2, 4, 5
<i>Nível de adaptação à seca</i>	Ambiental	1, 2, 5
<i>Nível de adaptação tecnológica</i>	Social	1, 2, 5
<i>Autonomia do sistema apícola</i>	Social	1, 2, 5

Fonte: dados da pesquisa (2018).

Nota: descrição dos métodos de medição: 1 – entrevista; 2 – observações de campo; 3 – análises laboratoriais; 4 – registro fotográfico; e 5 – aporte teórico.

5.4.1 Sistematização com base nas dimensões da sustentabilidade

A sistematização dos indicadores com base nas dimensões foi estabelecida considerando a percepção dos autores da ferramenta MESMIS (MASERA, ASTIER E LÓPEZ-RIDAURA,1999). Sendo assim, a distribuição dos indicadores encontra-se da seguinte forma: oito indicadores representantes da dimensão ambiental, nove indicadores revelam a situação da dimensão social e oito indicadores evidenciam a realidade da dimensão econômica, o que totaliza 25 indicadores.

5.4.1.1 Dimensão ambiental e seus indicadores

A dimensão ambiental foi compreendida como a capacidade dos sistemas de gestão estudados serem ambientalmente produtivos e sustentáveis (MASERA, ASTIER E LÓPEZ-RIDAURA,1999). Seguindo essa lógica, a representação da dimensão ambiental no contexto da sustentabilidade apícola foi baseada nos seguintes indicadores: ambientação das colmeias, conhecimento da flora apícola, consumo de agrotóxico, disposição de resíduos, diversidade produtiva, nível de adaptação à seca, pastagem apícola e qualidade de mel.

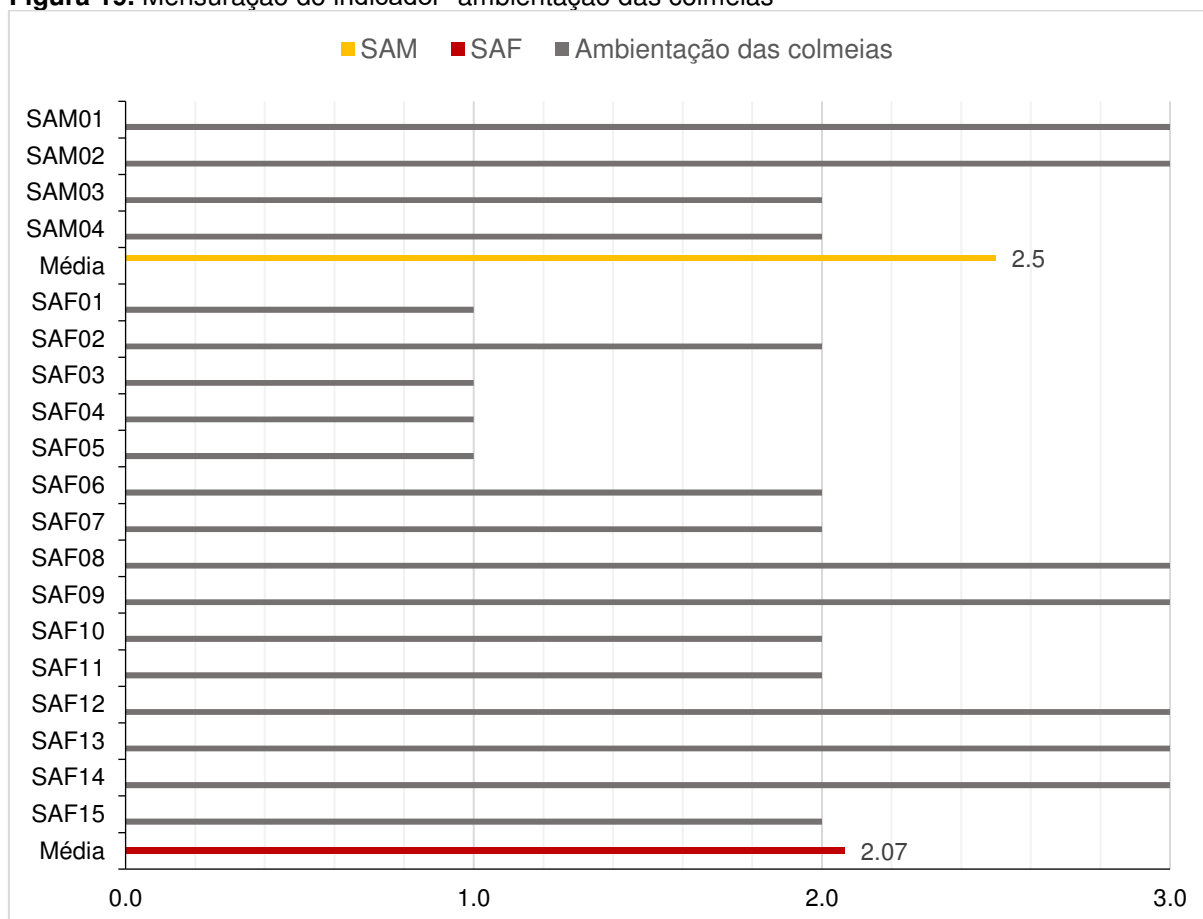
5.4.1.1.1 Ambientação das colmeias

O estresse térmico sofrido pelas abelhas em regiões tropicais pode ser minimizado pelo sombreamento das colmeias (LOPES et al., 2011). Estudos, realizados em ambiente semiárido do Brasil, têm evidenciado que a instalação de colmeias com proteção da radiação direta do sol garante a termorregulação interna do ninho mais facilmente, o que possivelmente reflete na redução do gasto energético das abelhas e, portanto, maximiza o rendimento da colônia (DOMINGOS, 2017; SANTOS et al., 2017). Intensificando essa questão, Santos et al. (2016) observaram que colmeias instaladas na sombra apresentaram maior taxa de aceitação de larvas de abelhas africanizadas do que colmeias sob a luz solar. Este estudo sugere, ainda, que a produção de rainhas e de geleia real é beneficiada pelo sombreamento adequado.

O indicador **ambientação das colmeias** representou o nível de sombreamento das colmeias. Para mensuração deste indicador foram definidos os seguintes

intervalos de nota: **0** – colmeias desprovidas de qualquer sombreamento; **1** – colmeias com sombreamento insatisfatório; **2** – colmeias sombreadas parcialmente (nível moderado); e **3** – colmeias sombreadas satisfatoriamente. Os resultados podem ser observados na Figura 19.

Figura 19. Mensuração do indicador “ambientação das colmeias”



Fonte: dados da pesquisa (2017 e 2018).

Nota: a barra destacada em amarelo representa a média dos valores atribuídos ao indicador “ambientação das colmeias” dos sistemas migratórios (SAM), enquanto a barra vermelha revela a média dos sistemas apícolas fixos (SAF) para o mesmo indicador.

A ambientação das colmeias dos sistemas estudados apresentou diferenças entre cada grupamento apícola. O grupo migratório teve variação menor (2-3) do que o grupo fixista com variação entre 1 e 3. Os resultados revelam também que os sistemas migratórios apresentaram melhor desempenho (média=2,5) com base neste indicador do que os sistemas apícolas fixos (média=2,07). Sendo assim, os resultados demonstram que os apicultores migratórios protegeram de forma mais satisfatória as colmeias da intensidade solar.

É importante esclarecer que na ausência de sombreamento natural em regiões quentes, deve-se utilizar sombreamento artificial, como revela Souza (2007). Em estudo realizado por Lopes et al. (2011) o sombreamento arbóreo apresentou desenvolvimento mais rápido da área de cria quando comparado com alternativas artificiais de sombreamento. Considerando esse contexto, apresenta-se na Figura 20 duas situações (sombreamento artificial e natural) evidenciadas em sistemas apícolas investigados.

Figura 20. Sombreamento artificial e natural de colmeias



Nota: **A** – Sombreamento artificial (papelão) realizado pelo SAF01; **B** – Sombreamento natural realizado pelo SAF14. Fotos: Carlos Antonio Lira Felipe Neto (2017).

O sombreamento com papelão utilizado pelo SAF01 demonstra uma técnica inapropriada do apicultor para manutenção da temperatura interna de suas colmeias. Em contrapartida, o SAF14 utilizou-se de sombreamento natural, revelando o cuidado com o conforto térmico de suas abelhas. Portanto, o embasamento científico, conjuntamente com a pesquisa de campo, referenda o indicador ambientação das colmeias na compreensão da sustentabilidade apícola desenvolvida em ambiente semiárido.

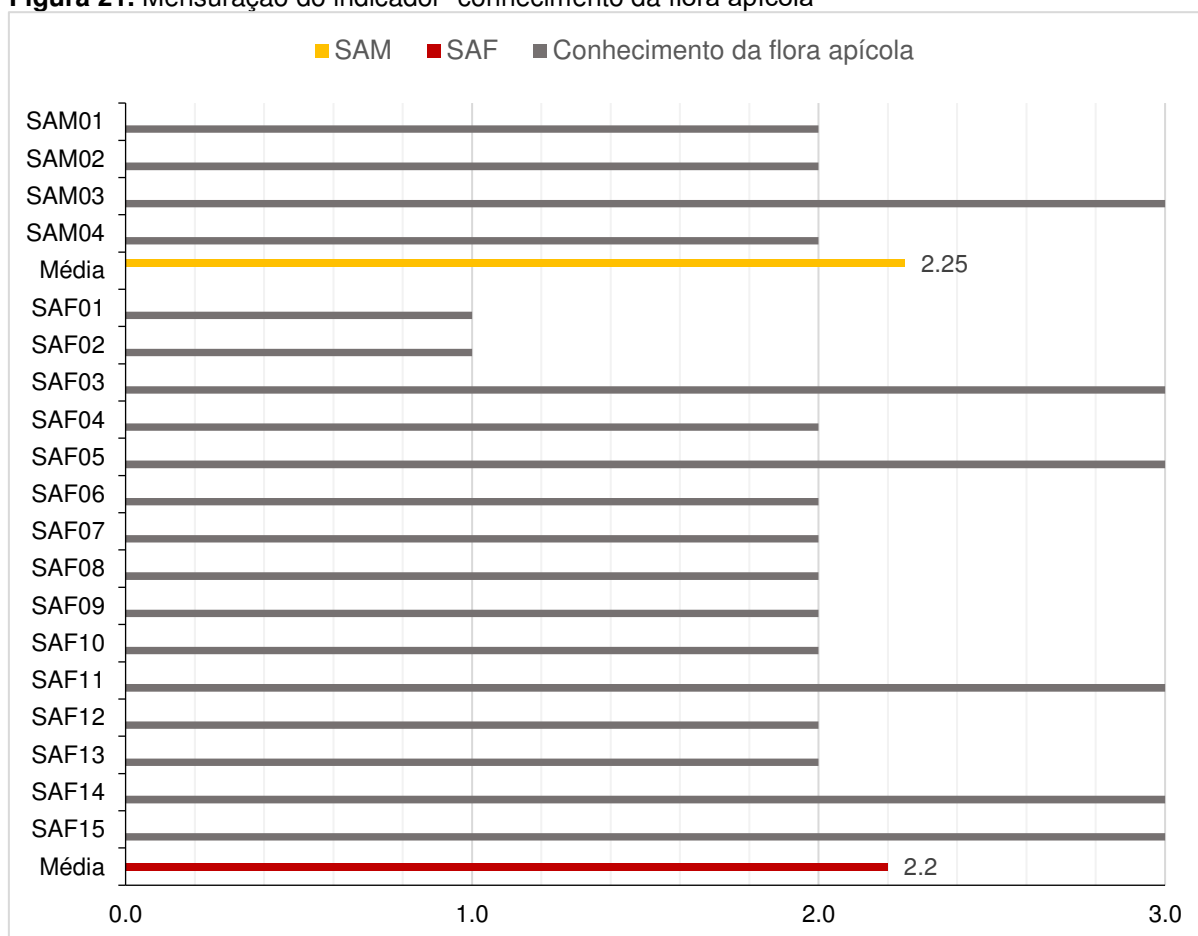
5.4.1.1.2 Conhecimento da flora apícola

A qualidade das floradas e o seu aproveitamento pelas abelhas tem um reflexo direto na saúde e produtividade das colônias. Sendo assim, a apicultura pode ser potencializada através do alojamento de colmeias em pastos apícolas com diversidade de espécies vegetais, capazes de manter o fornecimento de néctar e pólen para suprir as necessidades das abelhas. Para que isso aconteça é oportuno

que o apicultor conheça o período de floração de plantas melíferas a fim sintonizar seu manejo às condições da região (PAULINO, 2007).

Nesse contexto, o indicador **conhecimento da flora apícola** buscou o apontamento do nível de compreensão do calendário apícola da região pelo apicultor, envolvendo ainda suas ações de conservação ou restauração da caatinga. A mensuração desse indicador se estabeleceu com base na seguinte escala de notas: **0** – desconhecimento do calendário apícola, sem atuação na conservação ou restauração da caatinga; **1** – pouco domínio do calendário floral, sem atuação na conservação ou restauração da caatinga; **2** – domínio satisfatório do calendário floral, sem atuação na conservação ou restauração da caatinga; e **3** – domínio satisfatório do calendário floral, com atuação na conservação ou restauração da caatinga. Os resultados desse indicador estão apresentados na Figura 21.

Figura 21. Mensuração do indicador “conhecimento da flora apícola”



Fonte: Dados da pesquisa (2017 e 2018).

Nota: a barra destacada em amarelo representa a média dos valores atribuídos ao indicador “conhecimento da flora apícola” dos sistemas migratórios (SAM), enquanto a barra vermelha revela a média dos sistemas apícolas fixos (SAF) para o mesmo indicador.

O nível de conhecimento do calendário floral dos apicultores entrevistados apresentou variação menor (2-3) para os sistemas apícolas migratórios quando comparada com a variação (1-3) dos sistemas fixistas. As médias de desempenho alcançadas pelos grupos de apicultores (média de 2,25 para os sistemas migratórios e média de 2,20 para os sistemas fixistas) foram muito próximas. Sendo assim, os resultados atestam que os apicultores do Sertão Paraibano, de forma geral, conhecem a flora apícola da região (Figura 22). Porém, observou-se a ausência de práticas de conservação e restauração de plantas nativas por 75% dos apicultores migratórios (n=3) e 67% dos apicultores fixistas (n=10).

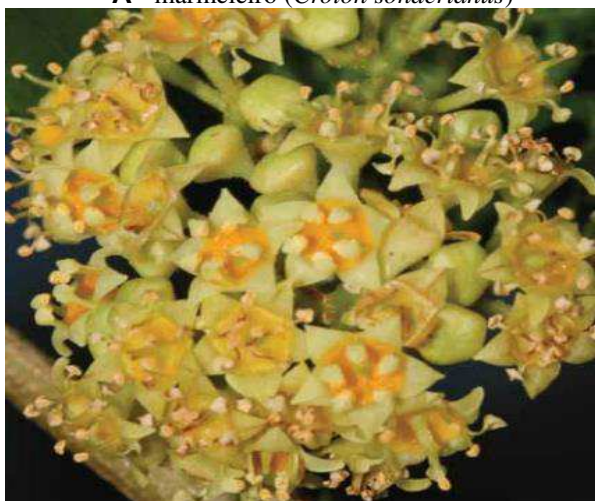
Figura 22. Espécies florais de interesse apícola mencionadas pelos apicultores entrevistados



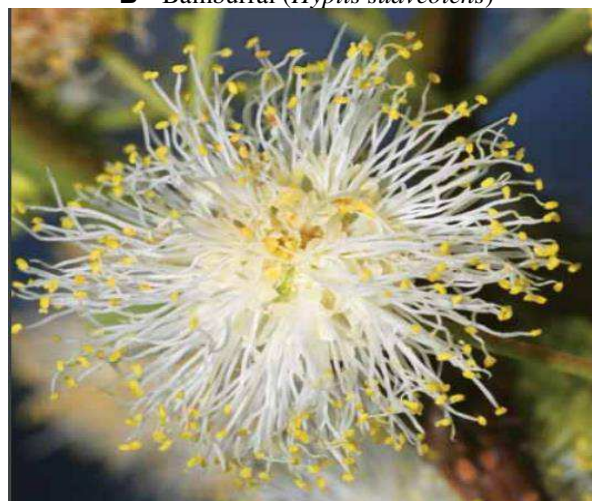
A - marmeleiro (*Croton sonderianus*)



B - Bamburral (*Hyptis suaveolens*)



C - Juazeiro (*Ziziphus joazeiro*)



D - Angico (*Anadenanthera colubrina*)

Nota: as espécies marmeleiro e bamburral apresentam período de floração na estação chuvosas, enquanto o juazeiro e o angico florescem na estação seca. Fotos: Maia-Silva et al. (2012).

Diante desse resultado, é necessário ratificar que a intervenção direta do apicultor mediante a restauração da flora nativa nas proximidades do apiário é essencial para a estabilidade das colmeias no período seco do ano. As espécies selecionadas para o plantio devem ser adaptadas às condições climáticas da região, priorizando aquelas nativas que possam servir de alternativa alimentar para as abelhas nos períodos críticos (SOUZA, 2007). Nesse sentido, estudos de levantamento e caracterização da flora de interesse apícola (SILVA et al., 2008; BENEVIDES; CARVALHO, 2009; COSTA, 2014; SILVA et al., 2014a) têm sido indispensável na elaboração de calendários florais. Dessa forma, registra-se que o apicultor e a ciência devem caminhar no mesmo sentido, de modo que as contribuições sejam recíprocas.

5.4.1.1.3 Consumo de agrotóxico

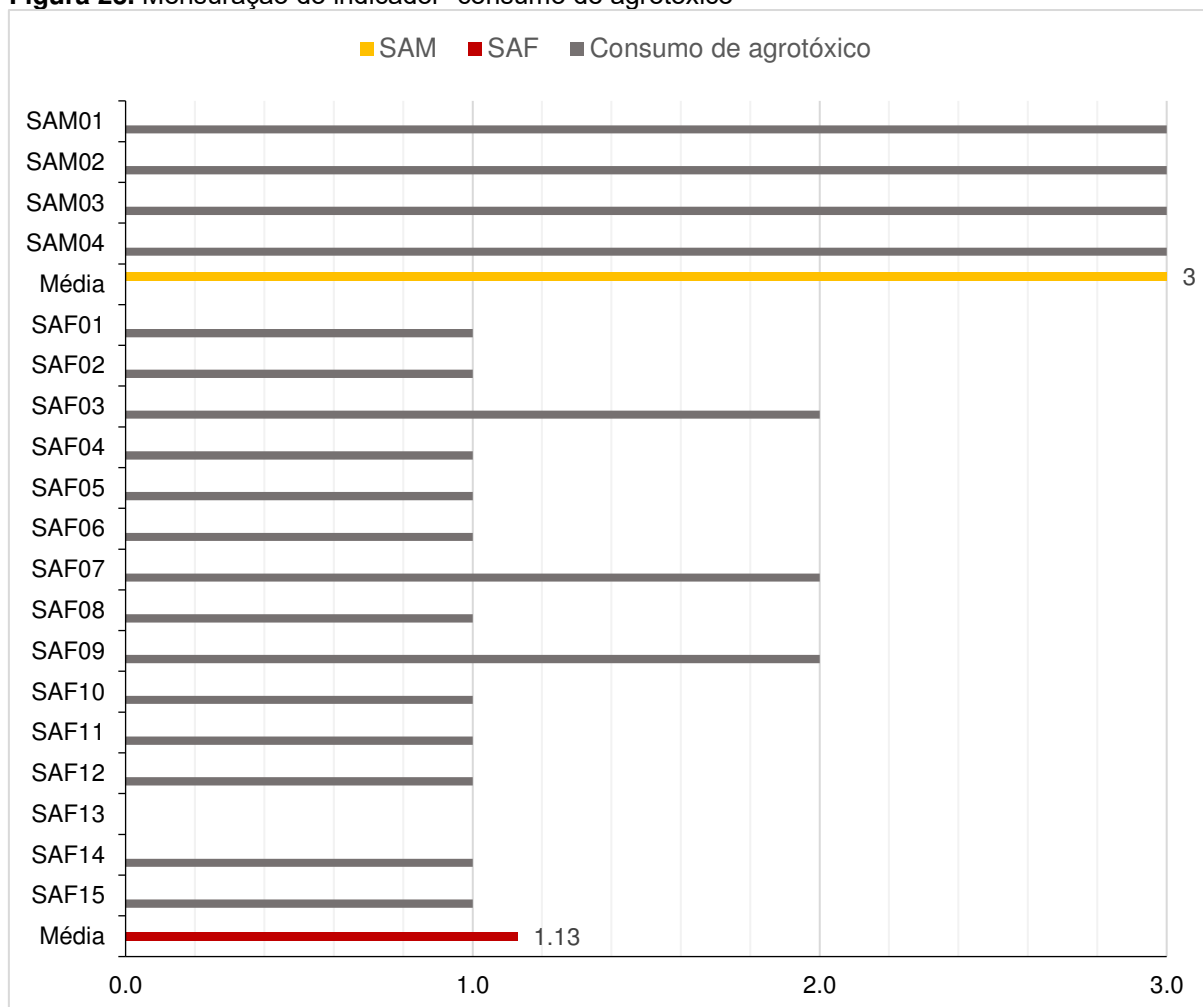
A utilização de agrotóxico na agricultura tem sido intensificada após a Revolução Verde, promovendo conjuntamente com outros instrumentos tecnológicos o aumento da produtividade agrícola (EHLERS, 1994). Por outro lado, estudos têm apontado que o uso de pesticidas tem se comportado como uma das causas potenciais do declínio dos polinizadores em virtude da sua capacidade de influenciar, de forma acentuada, o comportamento e a dinâmica das abelhas (BRITTAİN et al., 2010; BRITTAİN; POTTS, 2011).

Considerando essa problemática, o indicador **consumo de agrotóxico** buscou a representação do nível de utilização de agrotóxico na proximidade dos apiários fixistas e migratórios. Para quantificá-lo foi utilizado a seguinte escala de valores: **0** – para aquele sistema que utiliza agrotóxico de forma intensiva próximo ao apiário; **1** – sistema que apresenta uso moderado de agrotóxico próximo do apiário; **2** – aplicação reduzida de agrotóxico nas proximidades do apiário; e **3** – sistema apícola que não utiliza agrotóxico próximo do apiário.

Os resultados do indicador consumo de agrotóxico evidenciam diferenças consideráveis entre os grupos apícolas analisados. Para os sistemas apícolas migratórios não houve variação de notas (média de 3), já os sistemas apícolas apresentaram variação entre 0 e 2 com média de 1,13. Essas informações permitem constatar que os apicultores migratórios apresentaram maior preocupação com o não

uso de agrotóxico na proximidade dos apiários do que os apicultores fixistas, como revela a Figura 23.

Figura 23. Mensuração do indicador “consumo de agrotóxico”



Fonte: dados da pesquisa (2016 e 2017).

Nota: a barra em destaque de amarelo representa a média dos valores atribuídos ao indicador “consumo de agrotóxico” dos sistemas migratórios (SAM), enquanto a barra vermelha revela a média dos sistemas apícolas fixos (SAF) para o mesmo indicador.

Sugere-se que esse resultado seja reflexo da forte relação entre a apicultura e a agricultura, como evidenciado pela maioria dos apicultores. Faz-se necessário lembrar que dos 15 apicultores fixos, 9 também exercem a atividade agrícola, ou seja, 60% dos entrevistados (representantes da apicultura fixista). Para Lorenzon et al. (2012) o uso de agrotóxicos na agricultura tem inviabilizado a atuação dos apicultores e a localização dos apiários. Nesse contexto, é importante registrar outro agravante vivenciado pelo SAF13. O apicultor responsável por este sistema, embora não seja agricultor, revelou preocupação com a localização do seu apiário ser próximo ao

perímetro irrigado do município de São Bento (PB), pois muitos agricultores vizinhos têm cultivado feijão com uso de uso agrotóxicos nessa área.

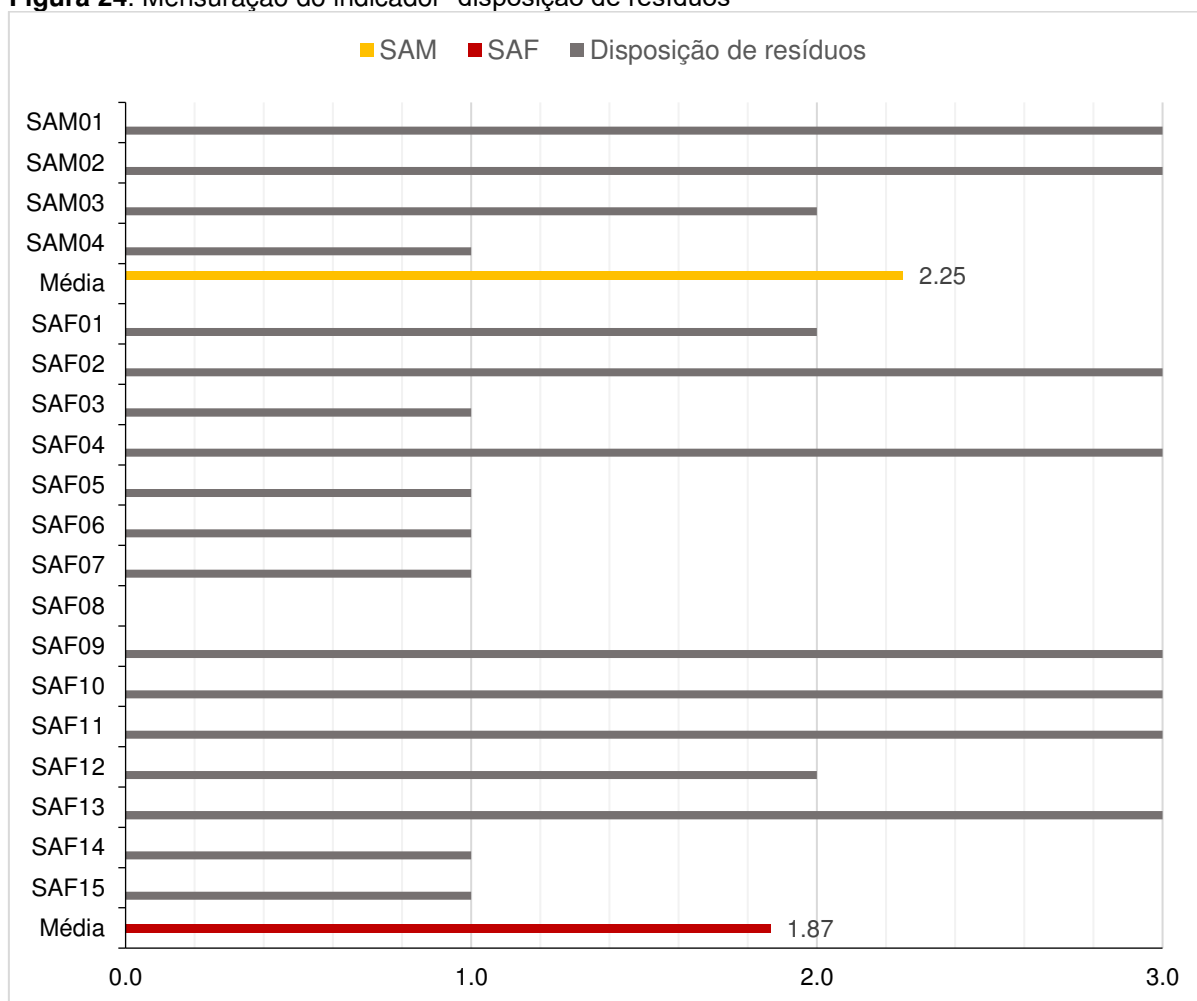
5.4.1.1.4 Disposição de resíduos

O manejo inadequado de resíduos sólidos tem desestabilizado os sistemas naturais, evidenciando um caminho de insustentabilidade frente à cultura do desperdício (ZANETTI; SÁ; ALMEIDA, 2009). Por ser considerada uma temática de destaque na contemporaneidade, pesquisadores tem buscado compreender a gestão dos resíduos sólidos sob a perspectiva da sustentabilidade em diferentes cidades (FRATTA, TONELI; ANTONIO, 2019). Para Alves Filho e Ribeiro (2014) o manejo inadequado de resíduos tem dificultado o controle de pragas e gerado problemas de saúde para o produtor rural.

Com base nessa contextualização, o indicador **disposição de resíduos** foi estabelecido para indicar o nível de comportamento da família apicultora com o tratamento dado ao lixo gerado. Sendo assim, na mensuração deste indicador foi utilizada a seguinte escala de notas: **0** – disposição incorreta, sem qualquer tipo de reaproveitamento de resíduos; **1** – disposição incorreta, mas com práticas de reaproveitamento de resíduos; **2** – disposição correta, porém sem qualquer tipo de reaproveitamento de resíduos; e **3** – disposição correta com reaproveitamento de resíduos.

Os resultados do indicador disposição de resíduos dos sistemas apícolas apresentaram diferenças entre os grupos investigados (Figura 24). O grupo migratório, por exemplo, apresentou variação de notas entre 1 e 3, enquanto no grupo fixista as notas atribuídas variaram entre 0 e 3. Os dados apontam também que os sistemas migratórios apresentaram melhor desempenho, com média de 2,25, do que os sistemas apícolas fixos, cuja média foi de 1,87, com base nesse indicador. Sendo assim, revela-se que os apicultores migratórios apresentaram um comportamento em relação à disposição de resíduos sólidos mais compatível com a sustentabilidade do que os sistemas apícolas fixistas. Isso pode ser justificado em razão de práticas de destinação incorreta (lixo jogado em terreno e queimado a céu aberto) serem mais evidentes nos sistemas apícolas fixistas (47%) do que nos sistemas migratórios (25%).

Figura 24. Mensuração do indicador “disposição de resíduos”



Fonte: Dados da pesquisa (2017 e 2018).

Nota: a barra destacada em amarelo representa a média dos valores atribuídos ao indicador “disposição de resíduos” dos sistemas migratórios (SAM), enquanto a barra vermelha revela a média dos sistemas apícolas fixos (SAF) para o mesmo indicador.

Chama-se a atenção para o sistema apícola fixista 08 (SAF08), que apresentou a situação mais crítica em relação aos demais sistemas apícolas investigados. Isso ocorreu em razão do apicultor, responsável por esse sistema, ter informado que os resíduos gerados são dispostos a céu aberto, como registrado pela sua fala “jogo no mato”. Além disso, esse apicultor não mencionou nenhuma ação concreta de reaproveitamento de resíduos orgânicos ou de materiais reciclados. Sendo assim, o indicador de disposição de resíduos também contribuiu para a elucidação do nível de sustentabilidade ambiental vivenciada pelos apicultores do Sertão Paraibano, que desenvolvem a atividade apícola através de sistemas fixista ou migratório.

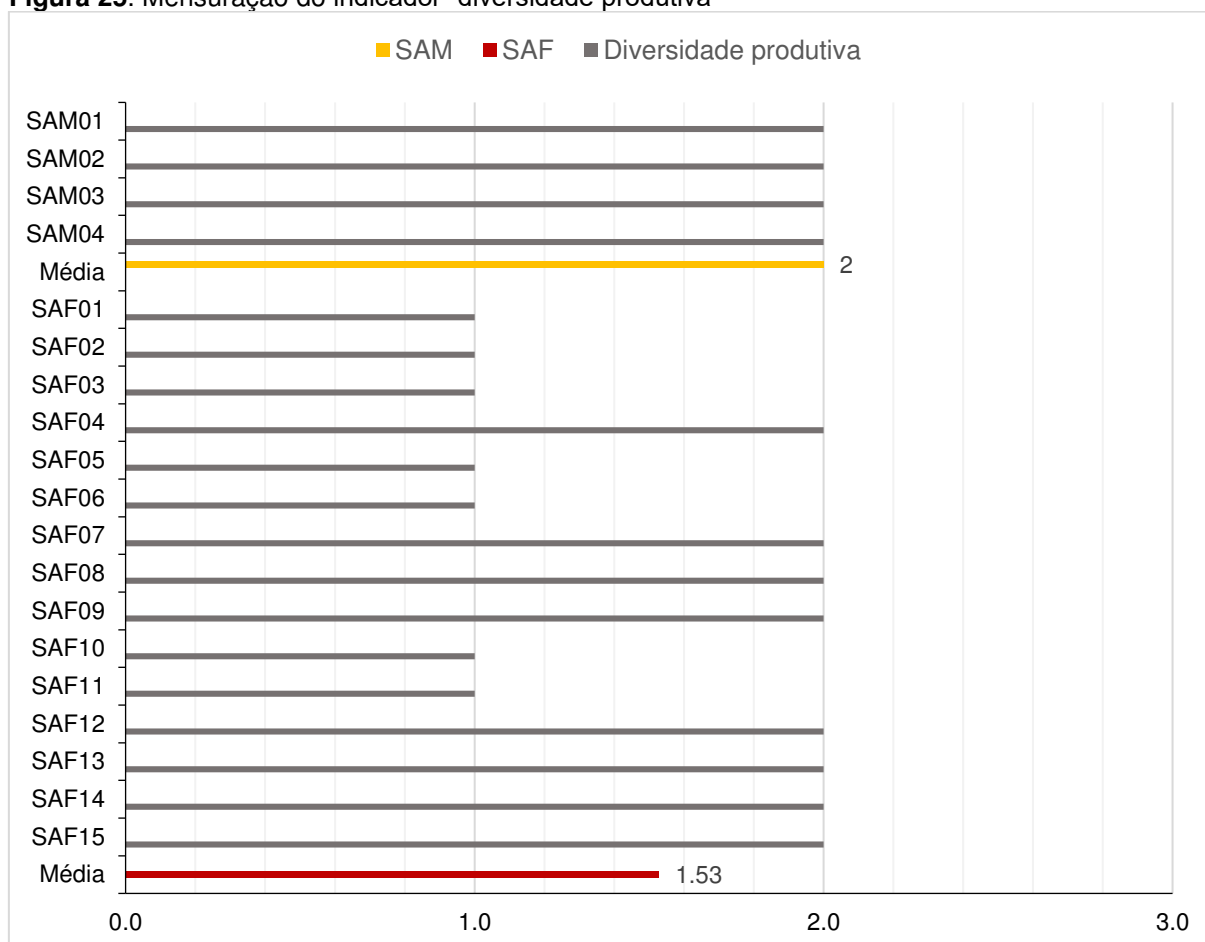
5.4.1.1.5 Diversidade produtiva

A base de diversificação dos sistemas agrícolas existentes é apoiada por práticas culturais, pertencentes a muitos povos indígenas e comunidades locais em todo o mundo (POTTS et al., 2016). Essa diversificação tem contribuído para potencializar a capacidade da unidade produtiva, inclusive, assegurando sua estabilidade no tempo. No caso da apicultura, diversos produtos podem ser utilizados como fonte geradora de renda. Assim, um estudo sobre a apicultura fluminense revelou que a baixa exploração de produtos apícolas contradiz a tendência atual de diversificação pelos segmentos econômicos (LORENZON et al., 2012). Estes autores atribuem essa fragilidade às condições de processamento, marketing e comercialização.

A fim de compreender o nível de diversificação dos objetos de estudo e discuti-lo com resultados já desenvolvidos, o indicador **diversidade produtiva** foi selecionado. Em outras palavras, este indicador buscou traduzir o nível de diversidade apícola a partir da quantidade de produtos apícolas explorados. Na sua aferição foram utilizados os seguintes padrões de notas: **0** – nenhum produto apícola explorado economicamente; **1** – um produto apícola explorado economicamente; **2** – dois produtos apícolas explorados economicamente; e **3** – três ou mais produtos apícolas explorados economicamente.

Os resultados do indicador diversidade produtiva revelam que os sistemas apícolas investigados têm enfrentado dificuldades na diversificação de seus produtos. O grupo migratório não apresentou variação com média de 2, enquanto o grupo fixista teve baixa variação de notas (1-2) com média de 1,53 (Figura 25). Essas informações apontam que esse indicador precisa ser melhorado, pois 47% dos apicultores fixos entrevistados têm a sua produção restrita a apenas um produto apícola. Na experiência de Lorenzon et al. (2012) a situação é ainda mais acentuada em razão de 82% dos apicultores fluminenses explorarem apenas o mel, demonstrando que as demais oportunidades apícolas não estão sendo aproveitadas.

Figura 25. Mensuração do indicador “diversidade produtiva”



Fonte: Dados da pesquisa (2016 e 2017).

Nota: a barra destacada em amarelo representa a média dos valores atribuídos ao indicador “diversidade produtiva” dos sistemas migratórios (SAM), enquanto a barra vermelha revela a média dos sistemas apícolas fixos (SAF) para o mesmo indicador.

Neste estudo, o mel foi evidenciado com maior interesse de comercialização para os apicultores entrevistados (100%), seguido pela cera (63%). Esses resultados são praticamente semelhantes quando comparados com as produções de mel (100%) e de cera (56%) pelos apicultores fluminenses, conforme aponta Lorenzon et al (2012). Reforçando o diagnóstico no Semiárido Paraibano, Oliveira (2015) também observou que o mel tem se destacado na atividade apícola, registrando uma participação incipiente de apicultores de Cajazeiras e Cachoeira dos índios na produção de cera e própolis. Essa constatação revela que a apicultura, embora apresente potencial de diversificação produtiva, continua sendo exercida sob uma perspectiva reducionista, possivelmente pela baixa disponibilidade de materiais especializados e dificuldades com o seu processamento (LORENZON et al., 2012), o

que não é vantajoso para o produtor nem para a manutenção dos sistemas ao longo do tempo.

Registra-se, ainda, que nenhum apicultor entrevistado mencionou a polinização como fonte de renda, resultado também encontrado por Lorenzon et al. (2012). O potencial da polinização como serviço ecossistêmico pode ser realçado, por exemplo, através da produção de alimentos. Essa potencialidade pode ser observada no estudo de Giannini et al. (2015), o qual evidencia que os polinizadores têm contribuído com 30% (US\$ 12 bilhões) da renda agrícola anual brasileira das culturas dependentes de polinizadores.

5.4.1.1.6 Nível de adaptação à seca

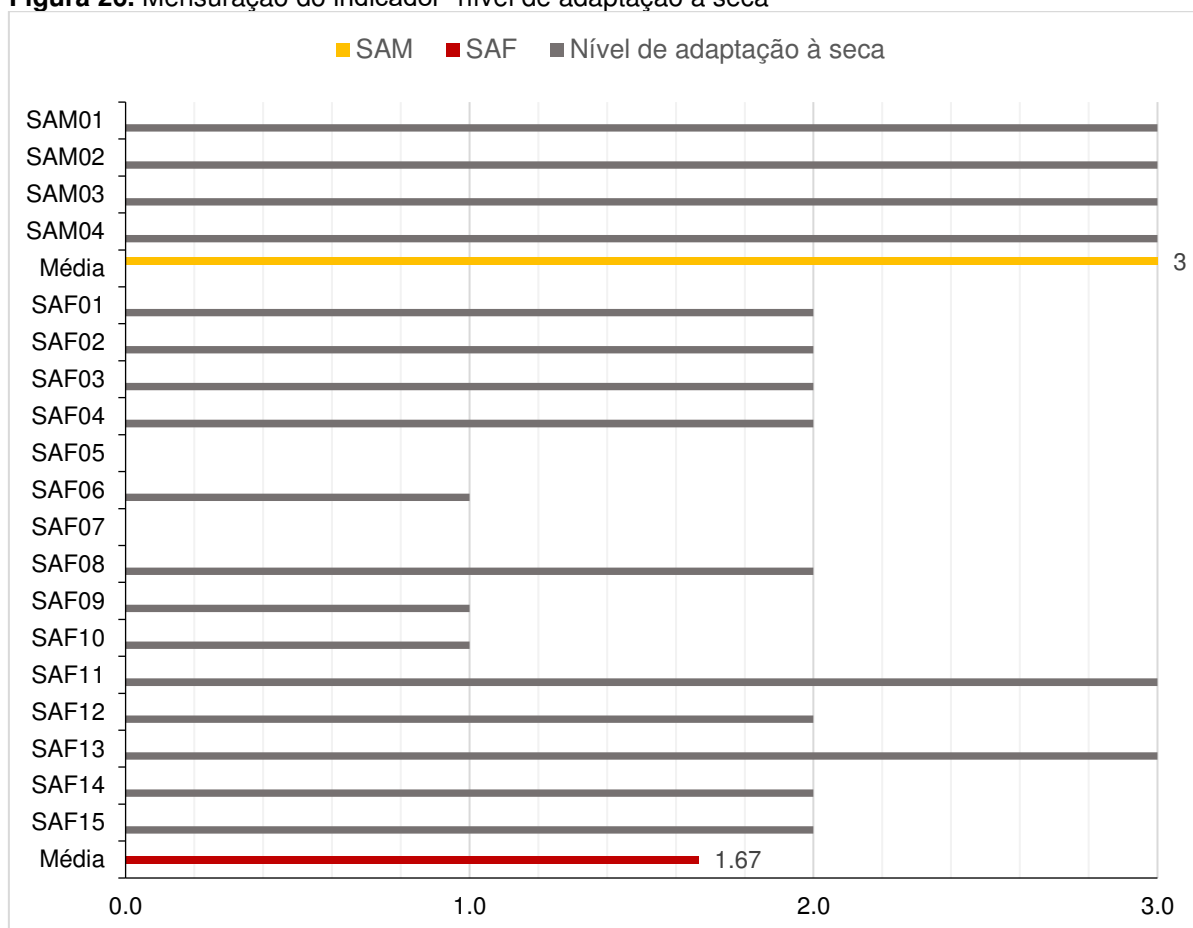
As condições semiáridas da maior porção do Nordeste brasileiro têm exigido o desenvolvimento de manejo apropriado para que os produtores rurais criem laços de convivência com a região, não sendo diferente para os apicultores. Pensando nisso, foi definido o indicador **nível de adaptação à seca**, o qual evidenciou o nível de manejo ofertado às colmeias durante a estação seca. Na mensuração deste indicador foi utilizado a seguinte escala de notas: **0** – manejo inexistente durante a seca; **1** – manejo insatisfatório durante a seca; **2** – manejo moderado durante a estação seca; **3** – manejo satisfatório durante a seca

Os resultados referentes ao indicador nível de adaptação à seca apontam diferenças marcantes entre os grupos analisados. Os sistemas apícolas fixistas apresentaram variação entre (0 e 3) com média de 1,67, enquanto os sistemas migratórios apresentaram média de 3, sem variação entre as notas atribuídas (Figura 26). Acredita-se que esse resultado é fruto de ações inadequadas (falta de manejo alimentar e indisponibilidade de água para as abelhas) observadas em alguns sistemas fixistas (SAF05, SAF06, SAF07, SAF09 e SAF10).

Por outro lado, todos os apicultores migratórios demonstraram manejo satisfatório, promovendo manejo alimentar (natural ou artificial) e água para abelhas durante o todo o ano. Esse comportamento garantiu baixas perdas nos períodos mais críticos e estabilização do quantitativo de colmeias, diferentemente do que aconteceu com os sistemas apícolas fixistas. Nesse contexto, estudos têm apontado que a alimentação artificial à base de proteínas e/ou carboidratos tem sido ressaltada como

uma estratégia essencial para evitar o enfraquecimento de colmeias ou o enxameamento por abandono em situação de reduzida fonte de recursos florais (ANDRADE; SILVA; MARACAJÁ, 2013; SOUZA et al., 2014; LIMA et al, 2015).

Figura 26. Mensuração do indicador “nível de adaptação à seca”



Fonte: dados da pesquisa (2017 e 2018).

Nota: a barra destacada em amarelo representa a média dos valores atribuídos ao indicador “nível de adaptação à seca” dos sistemas migratórios (SAM), enquanto a barra vermelha revela a média dos sistemas apícolas fixos (SAF) para o mesmo indicador.

Outra característica do indicador nível de adaptação à seca refere-se à disponibilidade de água próximo ao apiário. Este recurso é extremamente importante, principalmente em regiões quentes, para a regulação da temperatura interna da colmeia (CAMARGO et al., 2002). Em virtude disso, o apicultor precisa disponibilizar bebedouro próximo ao apiário com o intuito de evitar o abandono de suas abelhas (PAULINO; SOUZA, 2007). No estudo de Souza et al. (2014), realizado no Semiárido potiguar, verifica-se que apenas 40% dos apicultores entrevistados têm disponibilizado suprimento de água para as colmeias. O desfecho dessa discussão,

envolvendo o indicador nível de adaptação à seca aponta dificuldades de convivência dos apicultores fixistas com a estação seca, o que traz complicações para a sustentabilidade da apicultura na região.

5.4.1.1.7 Pastagem apícola

A compreensão da estrutura da paisagem e sua influência sobre os polinizadores (SANDE et al., 2009; VIANA et al., 2012; GARIBALDI et al., 2013; FELIPE NETO, 2015) tem sido necessária frente à ameaça dos serviços de polinização. Assim, o indicador **pastagem apícola** buscou revelar a intensidade de vegetação nativa nas proximidades dos apiários. A sua mensuração foi baseada nesta escala de notas: **0** – ausência de vegetação natural nas proximidades; **1** – baixa presença de vegetação natural nas proximidades dos apiários; **2** – presença moderada de vegetação natural nas proximidades do apiário; e **3** – presença predominante de vegetação natural nas proximidades do apiário (Figura 27).

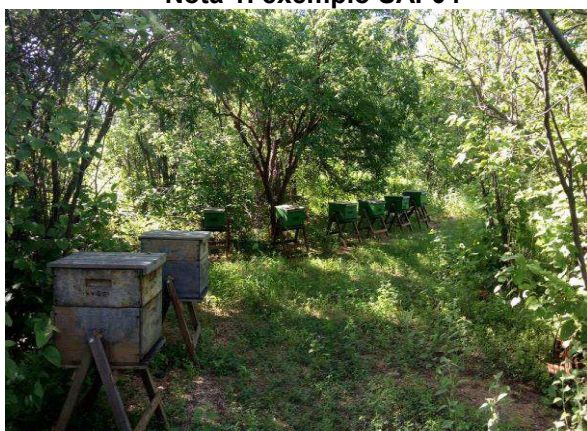
Figura 27. Representação de paisagens apícolas com base na escala de notas



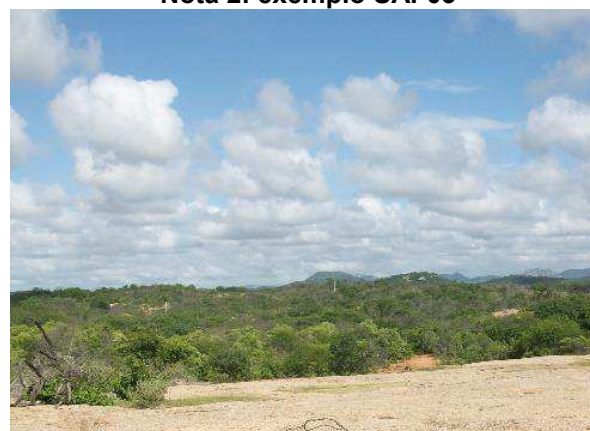
Nota 1: exemplo SAF04



Nota 2: exemplo SAF03



Nota 3: exemplo SAM01

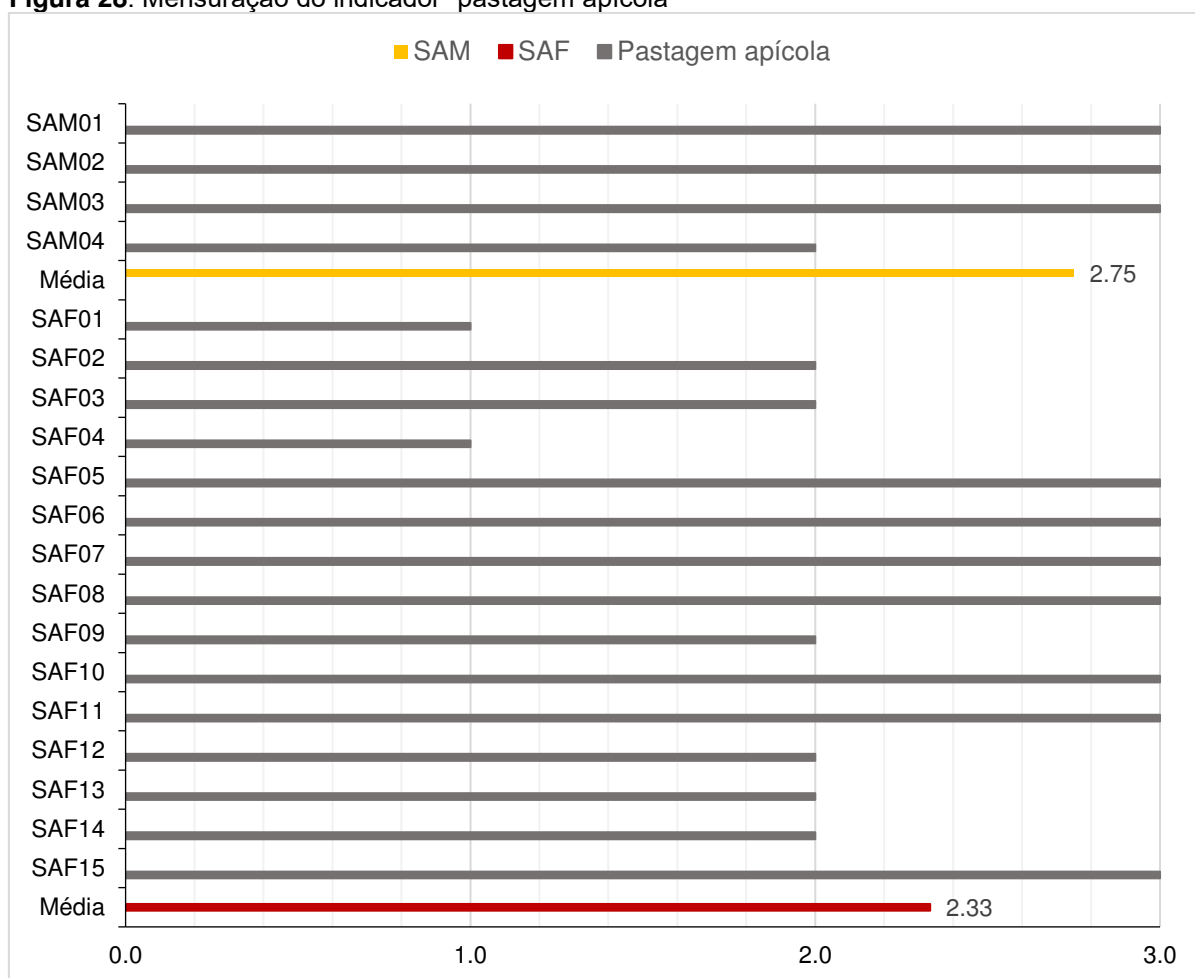


Nota 3: exemplo SAF07

Fotos: Carlos Antonio Lira Felipe Neto (2017).

Os resultados do indicador pastagem apícola apontam que os sistemas fixistas e migratórios evidenciaram bons desempenhos de paisagem, quando observado o contexto global da situação de cada grupo. De forma mais específica, os sistemas apícolas fixistas apresentaram variação de notas entre 1 e 3 e uma média de 2,33, já os sistemas migratórios teve uma variação menor (2 e 3) com uma média mais elevada de 2,75, como pode ser observado na Figura 28.

Figura 28. Mensuração do indicador “pastagem apícola”



Fonte: dados da pesquisa (2017 e 2018).

Nota: a barra destacada em amarelo representa a média dos valores atribuídos ao indicador “pastagem apícola” dos sistemas migratórios (SAM), enquanto a barra vermelha revela a média dos sistemas apícolas fixos (SAF) para o mesmo indicador.

Mesmo diante de um resultado positivo da pastagem apícola, as abelhas ainda podem estar ameaçadas. Tal afirmativa ganha subsistência no relato da família apicultora responsável pelo SAF05, a qual tem desenvolvido um estilo de vida baseado na agroecologia (Figura 29). Este sistema encontra-se em uma vasta área de caatinga preservada, porém o apicultor e sua esposa registraram uma perda

acentuada de colmeias no ano de 2015. Um resultado não esperado, mas compreendido por eles em detrimento da seca. Eles relataram também que não utilizam agrotóxico em sua propriedade, porém agricultores vizinhos acabam fazendo uso dele. Diante dessa questão, sugere-se que outros fatores podem ter contribuído para a perda significativa dessas colmeias, sendo necessário um estudo aprofundado a fim de compreender melhor essa situação.

Figura 29. Diversidade de cultivos produzidos em bases agroecológicas pelo SAF05



Fotos: Carlos Antonio Lira Felipe Neto (2017).

Nota: o SAF05 desenvolve cultivos diversificados sem uso de agrotóxico para consumo familiar (A e B), reutiliza águas residuárias (C) e realiza o aproveitamento de esterco (biodigestor) como fonte de energia (D).

Nesse contexto, faz-se necessário enfatizar que o apicultor precisa ficar atento ao local de instalação do seu apiário. Para Lorenzon et al. (2012), apiários que estão localizados próximos a cultivos agrícolas (considerando um raio de ação de 5 km) podem influenciar na baixa resistência das colmeias em virtude da utilização de pesticida, os quais comumente têm sido adotados nos cultivos agrícolas para controle

de insetos. Sendo assim, o indicador pastagem apícola conseguiu evidenciar a sua importância no entendimento da sustentabilidade investigada na presente experiência científica.

5.4.1.1.8 Qualidade de mel

O mercado consumidor encontra-se cada vez mais exigente quanto à origem e à qualidade dos produtos alimentícios. Sendo assim, a produtor deve adotar boas práticas de manejo a fim de garantir o status de alimento seguro, isto é, que não seja capaz de afetar negativamente a saúde dos consumidores (LORENZON et al., 2012; MOURA et al., 2014). No presente estudo, a qualidade da produção dos sistemas apícolas foi observada apenas sob a perspectiva do mel em virtude do elevado interesse dos apicultores em sua produção e comercialização.

Na presente Tese, os méis coletados foram caracterizados com base em parâmetros microbiológicos, físico-químicos e sensorial. No caso dos sistemas apícolas fixistas (Tabela 05), os parâmetros microbiológicos evidenciaram que não foram encontrados coliformes termotolerantes nos méis coletados, porém, em 60% dessas amostras foi observada a presença de fungos acima do valor de referência. Quanto aos parâmetros físicos químicos, chama-se atenção para a acidez e o hidroximetilfurfural (HMF), pois 20% e 27% das amostras, respectivamente, não apresentaram desempenhos satisfatórios. Aponta-se, ainda, que apenas 20% dos méis coletados atenderam aos valores de referência. A experiência de Gois et al. (2015) na Paraíba revelou que apenas 5% das amostras cumpriu a legislação.

Tabela 05. Caracterização dos méis coletados nos sistemas apícolas fixos a partir de parâmetros microbiológicos, físico-químicos e sensorial

Sistemas apícolas fixistas	Parâmetros microbiológicos		Parâmetros físico-químicos				Parâmetro sensorial
	Coliforme Termotolerante (NMP*/g)	Fungos (UFC**/g)	Umidade (%)	pH	Acidez (meq/kg)	HMF*** (mg/kg)	Cor
SAF01	-	-	-	-	-	-	-
SAF02	<3,0	<15	17	4,64	<u>76,05</u>	<u>62,72</u>	Âmbar escuro
SAF03	-	-	-	-	-	-	-
SAF04	<3,0	<u>2,3x10⁴</u>	17,6	4,23	28,23	<u>75,59</u>	Âmbar escuro
SAF05	<3,0	<15	16,2	4,55	37,63	56,73	Âmbar escuro

Continuação da tabela 05...

SAF06	<3,0	<15	16,6	4,86	31,44	39,67	Âmbar escuro
SAF07	<3,0	<u>3,3x10²</u>	17,2	4,78	<u>89,96</u>	13,77	Âmbar escuro
SAF08	<3,0	<u>2,6x10⁴</u>	16,3	4,76	<u>117,56</u>	5,24	Âmbar escuro
SAF09	<3,0	<u>3,5x10⁴</u>	19,4	4,72	22,9	23,5	Âmbar claro
SAF10	<3,0	<u>2,1x10⁴</u>	18,3	4,26	30,69	34,88	Âmbar claro
SAF11	<3,0	<15	16,2	4,35	48,63	<u>62,42</u>	Âmbar escuro
SAF12	<3,0	<u>2,8x10³</u>	17,3	5,38	24,54	4,19	Âmbar
SAF13	<3,0	<u>3,6x10³</u>	17,3	5,10	48,87	1,19	Âmbar escuro
SAF14	<3,0	<u>1,4x10³</u>	17,2	4,27	31,83	<u>73,35</u>	Âmbar
SAF15	<3,0	<u>4,0x10²</u>	17,9	4,09	36,26	35,32	Âmbar claro
Valores de referência****	<3,0	<15	Máx. 20	-	Máx. 50	Máx. 60	-

Fonte: dados da pesquisa (2017 e 2018).

Nota: os valores sublinhados revelam desacordos com o preconizado pela legislação especializada.

*NMP: número mais provável; **UFC: unidades formadoras de colônia; ***HMF: hidroximetilfurfural;

****Brasil (2000).

No caso dos sistemas apícolas migratórios (Tabela 06), os parâmetros microbiológicos demonstraram que a presença de fungo excedeu os valores de referência em 75% das amostras coletadas, valor superior ao identificado no mel dos sistemas fixistas (60%). Quanto aos parâmetros físico-químicos, chama-se a atenção para 25% das amostras que não apresentaram desempenhos satisfatórios para umidade e hidroximetilfurfural (HMF).

Tabela 06. Caracterização dos méis coletados nos sistemas apícolas migratórios a partir de parâmetros microbiológicos, físico-químicos e sensorial

Sistemas apícolas migratórios	Parâmetros microbiológicos		Parâmetros físico-químicos				Parâmetro sensorial
	<i>Coliforme Termotolerante (NMP*/g)</i>	<i>Fungos (UFC**/g)</i>	<i>Umidade (%)</i>	<i>pH</i>	<i>Acidez (meq/kg)</i>	<i>HMF*** (mg/kg)</i>	<i>Cor</i>
SAM01	<3,0	<u>1,45x10⁴</u>	15,6	4,13	20,5	55,98	Extra âmbar claro
SAM02	<3,0	<u>2,8x10²</u>	<u>20,9</u>	3,14	48,5	13,62	Âmbar
SAM03	<3,0	<15	20	3,88	39,48	<u>77,99</u>	Âmbar claro
SAM04	<3,0	<u>2,8x10³</u>	16,6	5,57	13,77	45,35	Extra âmbar claro
Valores de referência****	<3,0	<15	Máx. 20	-	Máx. 50	Máx. 60	-

Fonte: dados da pesquisa.

Nota: os valores sublinhados revelam desacordos com o preconizado pela legislação especializada.

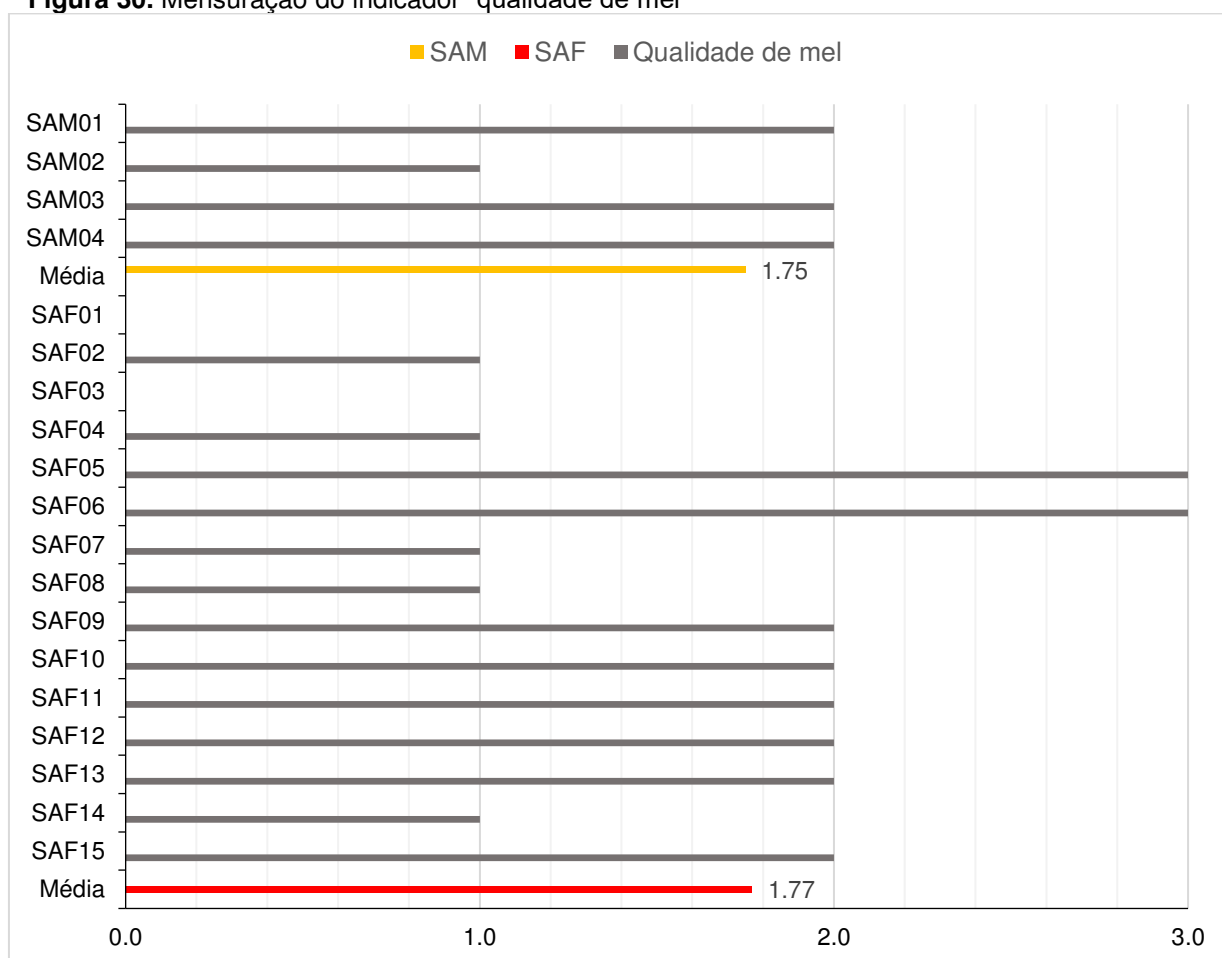
*NMP: número mais provável. **UCF: unidades formadoras de colônia. ***HMF: hidroximetilfurfural.

****Brasil (2000).

Revela-se, ainda, que nenhuma amostra de mel dos sistemas apícolas migratórios conseguiu atender todos os valores de referência. Nesse sentido, Santos, Martins e Silva (2010) evidenciaram que 100% das amostras de mel coletadas no Ceará estavam fora dos padrões.

Os resultados da caracterização dos méis coletados no âmbito deste estudo foram representados pelo indicador de sustentabilidade **qualidade de mel**. Este, por sua vez, buscou compreender o nível de atendimento de parâmetros físico-químicos e microbiológicos de qualidade de mel do sistema apícola, conforme preconiza a legislação específica (BRASIL, 2000). A escala de notas para sua aferição foi a seguinte: **0** – nenhum parâmetro atende aos padrões estabelecidos pela legislação específica; **1** – dois ou mais parâmetros não são atendidos pela legislação específica; **2** – um parâmetro não é atendido pela legislação específica; e **3** – todos os parâmetros são atendidos pela legislação específica (Figura 30).

Figura 30. Mensuração do indicador “qualidade de mel”



Fonte: dados da pesquisa (2017 e 2018).

Seguindo esse raciocínio, o indicador qualidade de mel apontou que os sistemas apícolas fixistas e migratórios apresentaram um desempenho equivalente, porém não desejável do ponto de vista da sustentabilidade. Em outras palavras, a variação de notas dos sistemas apícolas fixistas (1-3) foi um pouco maior da variação registrada para os sistemas apícolas migratórios (1-2). As médias de desempenho alcançadas pelos grupos de apicultores (1,75 para os sistemas migratórios e 1,77 para os sistemas fixistas) foram praticamente iguais. Destaca-se, ainda, que na Figura 30, a barra destacada em amarelo representa a média dos valores atribuídos ao indicador “qualidade de mel” dos sistemas migratórios (SAM), enquanto a barra vermelha revela a média dos sistemas apícolas fixos (SAF) para o mesmo indicador. Nesta média, em particular, não foram levados em consideração os SAF01 e SAF03 uma vez que não foi possível realizar a coleta das amostras de mel desses sistemas durante as pesquisas de campo.

Contribuindo para a discussão dos resultados, destaca-se que fatores meteorológicos, recursos florais, espécie de abelhas e estágio de maturação têm motivado variações em parâmetros físico-químicos e microbiológicos do mel (ROLIM et al., 2018). Contudo, é oportuno pontuar que a garantia da qualidade de mel também depende de práticas de manejo adequado do apicultor. Como exemplo, a utilização de coberturas construídas com palha e sombreamento de árvores tem favorecido a manutenção de níveis mais baixos de HMF no mel (LOPES et al., 2011), o que pode ser aconselhado para os apicultores do estudo em tela, já que o parâmetro HMF afetou a qualidade química do mel de quatro sistemas apícolas fixistas e um sistema apícola migratório. É oportuno revelar também que o HMF tem permitido identificar agentes falsificadores ou tratamentos térmicos inapropriados no mel (POPA et al., 2009).

Quanto ao aspecto microbiológico, a presença de fungos (Figura 31) acima do recomendado pela legislação em amostras de mel do sistema fixo (60%) e do sistema migratório (75%) é corroborada por outros estudos (SANTOS; MARTINS; SILVA, 2010; GOIS et al., 2015; SILVA et al., 2017). Destaca-se, nesse contexto, o estudo de Silva et al. (2017), desenvolvido na Paraíba, que aponta um diagnóstico microbiológico crítico, visto que 80% das amostras de mel coletadas apresentaram valores acima do máximo permitido. Esclarece, ainda, que a presença de fungos no mel pode ser originada de poeira, de instalações ou recipientes lavados

inapropriadamente e, em menor grau, pela ação das abelhas, o que pode provocar alterações organolépticas, no sabor e no cheiro (POPA et al., 2009). Dessa forma, boas práticas de higiene podem ajudar os apicultores na resolução desse problema.

Figura 31. Placa com colônias de fungos

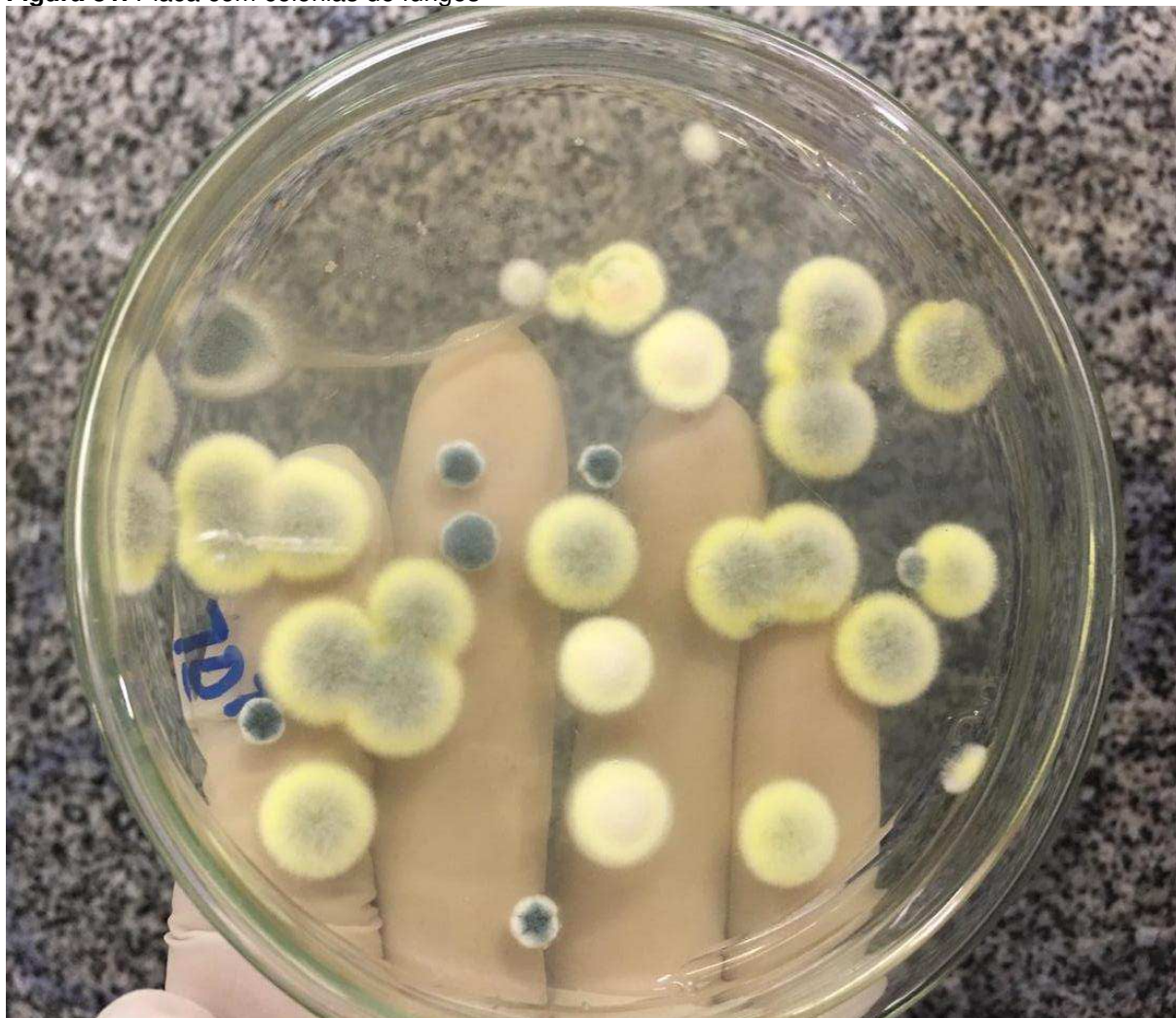
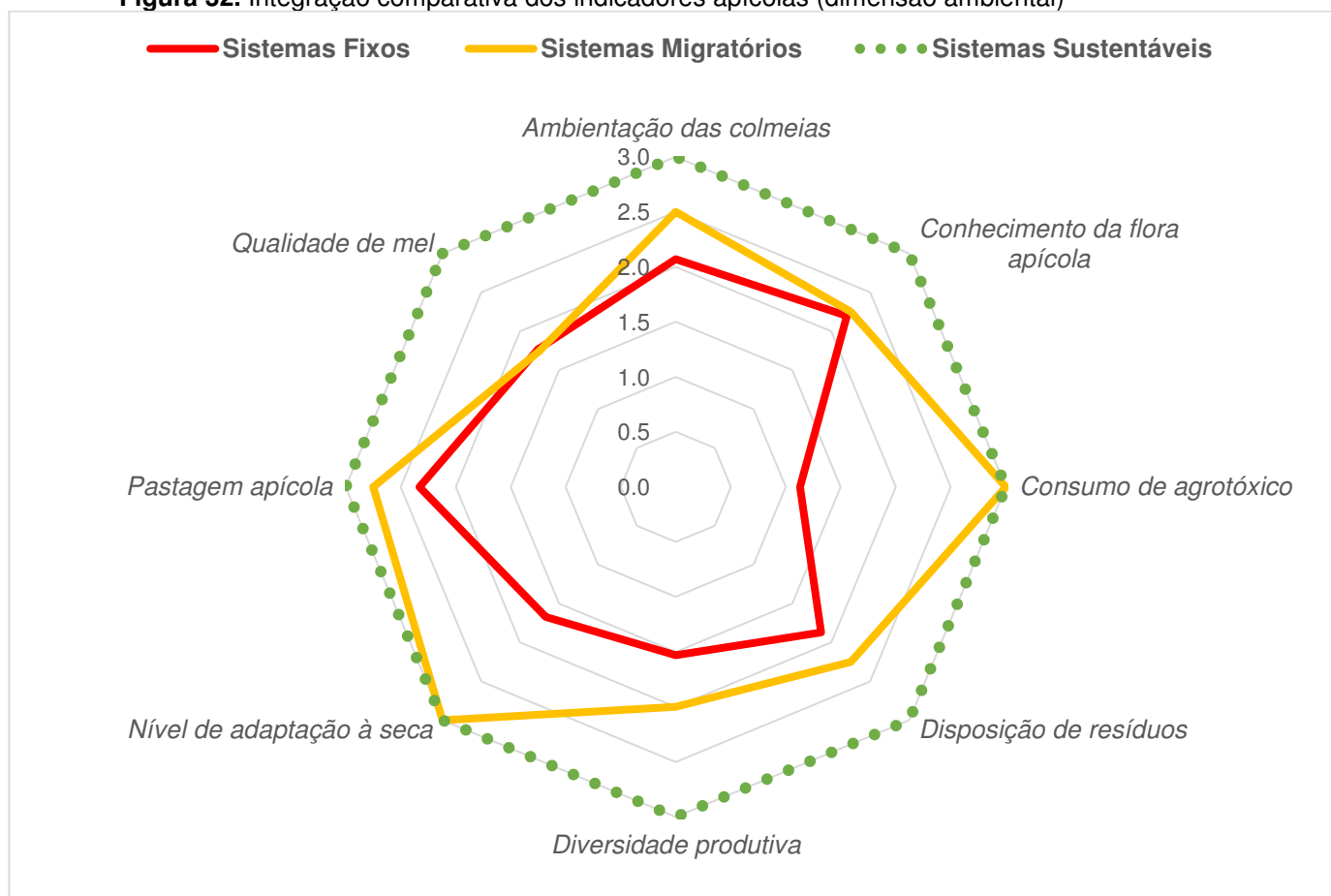


Foto: Ana Carolina de Gouveia Mendes da Escócia Pinheiro (2018).

Os resultados do presente estudo, assim como outros realizados na região Semiárida brasileira, envolvendo essa temática (OLIVEIRA et al., 2013; MOURA et al., 2014; GOIS et a., 2015, FELIPE NETO et al., 2017) têm alertado que a qualidade de mel pode ser afetada por diversos fatores, envolvendo desde a pastagem apícola até o armazenamento e envase do produto. A fim de integralizar, de forma comparativa, os resultados de cada indicador de sustentabilidade apícola no contexto da dimensão ambiental é apresentada a Figura 32.

Figura 32. Integração comparativa dos indicadores apícolas (dimensão ambiental)



Fonte: dados da pesquisa (2018).

A Figura 32 representa a dimensão ambiental e o desempenho de seus indicadores para a compreensão da sustentabilidade apícola no Semiárido brasileiro. Esses resultados demonstram que a apicultura migratória apresentou desempenho superior em sete indicadores (ambientação das colmeias, conhecimento da flora apícola, consumo de agrotóxico, disposição de resíduos, diversidade produtiva, nível de adaptação à seca e pastagem apícola), com exceção do indicador qualidade de mel que foi levemente superior em favor da apicultura fixista. Esses indicadores apontam que contribuições para a sustentabilidade foram evidenciadas, porém, práticas de manejo ainda necessitam ser aprimoradas, principalmente, nos sistemas apícolas fixistas, envolvidos no recorte geográfico deste estudo. Assim, espera-se que esses apontamentos possam ajudar os apicultores a entender melhor a dimensão ambiental da sustentabilidade apícola no Nordeste brasileiro. A seguir, aborda-se mais um alicerce da apicultura sustentável: a dimensão social e seus indicadores.

5.4.1.2 *Dimensão social e seus indicadores apícolas*

A organização dos indicadores com base na dimensão social foi estabelecida considerando o entendimento dos autores da ferramenta MESMIS. Em outras palavras, na dimensão social foi levado em consideração o envolvimento dos aspectos culturais e políticos para o desenvolvimento dos sistemas investigados. No caso deste estudo, a dimensão social pôde ser revelada a partir da mensuração de nove indicadores (acesso aos serviços de saúde, acesso aos serviços educacionais, autonomia do sistema apícola, nível de adaptação tecnológica, nível de cooperativismo, nível de participação familiar, nível de satisfação apícola, suporte financeiro e suporte técnico).

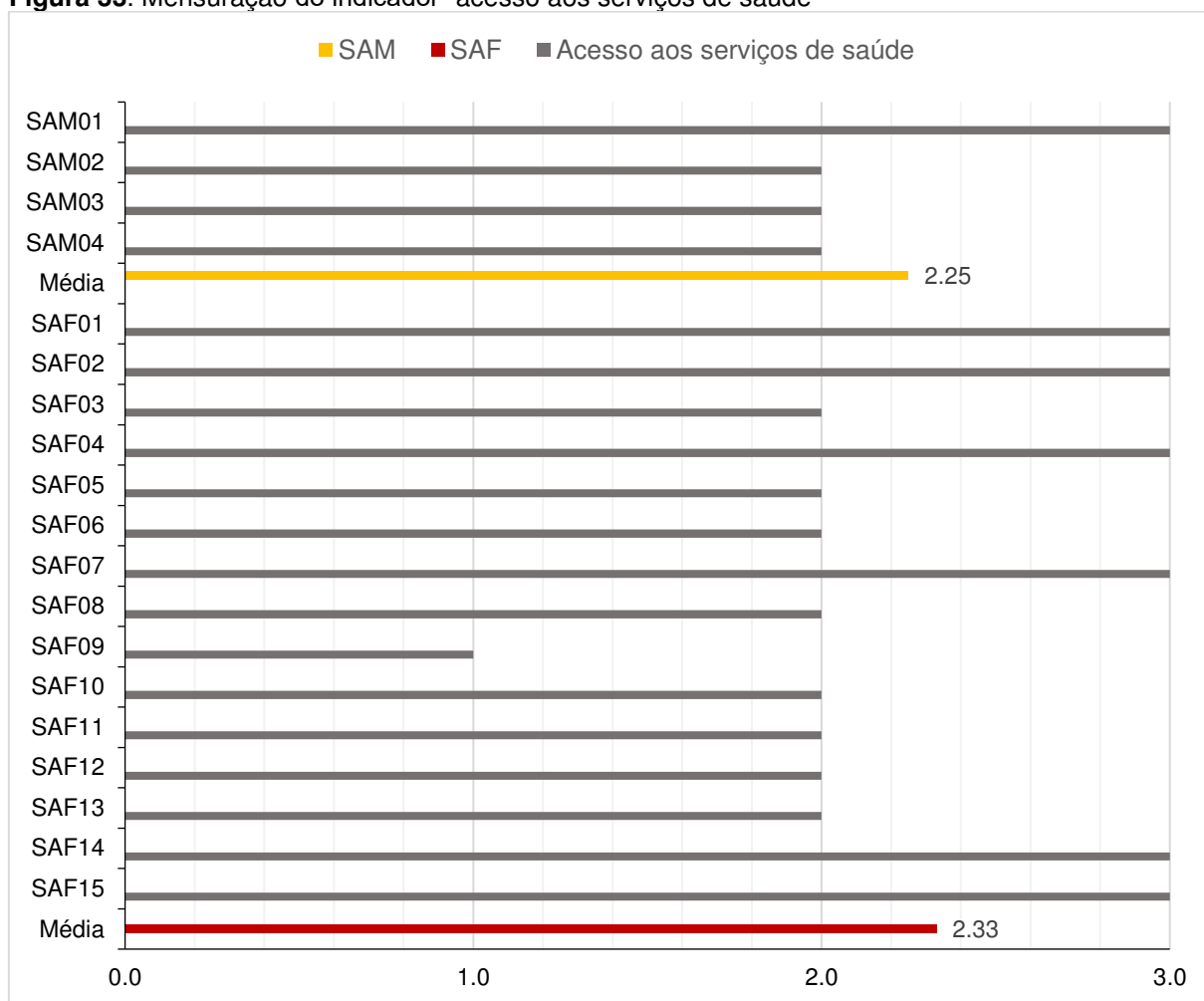
5.4.1.2.1 Acesso aos serviços de saúde

No curso dos últimos anos, as condições de vida e de saúde têm melhorado de forma continuada na maioria dos países em virtude de progressos políticos, econômicos, sociais, ambientais e pelos avanços na área de medicina e saúde pública (BUSS, 2000). No cenário brasileiro, estudos têm apontado expansão da rede pública nos programas de atenção básica, porém permanecem os desafios à continuidade do Sistema Único Saúde (FACCHINI et al., 2006; VIACAVA et al., 2018).

Considerando esse contexto, o indicador **acesso aos serviços de saúde** buscou revelar o nível de satisfação do apicultor quanto à oferta dos serviços básicos de saúde, ofertados pela administração pública. Na apreciação desse indicador foi utilizada o seguinte padrão de notas: **0** – a oferta dos serviços de saúde não atende minimamente as necessidades da família apicultora; **1** – a oferta dos serviços de saúde atende de forma reduzida as necessidades da família apicultora; **2** – a oferta dos serviços de saúde atende moderadamente as necessidades da família apicultora; e **3** – a oferta dos serviços de saúde atende satisfatoriamente as necessidades da família apicultora.

Os resultados desse indicador revelam que os sistemas apícolas fixistas se encontram mais satisfeitos com os serviços de saúde do que os sistemas migratórios, mas com uma diferença pequena. Por outra forma, a variação de notas dos sistemas apícolas fixistas foi maior (1-3) com média de 2,33 do que os sistemas migratórios, os quais apresentaram variação entre 2 e 3 com média de 2,25 (Figura 33).

Figura 33. Mensuração do indicador “acesso aos serviços de saúde”



Fonte: dados da pesquisa (2017 e 2018).

Nota: a barra destacada em amarelo representa a média dos valores atribuídos ao indicador “acesso aos serviços de saúde” dos sistemas migratórios (SAM), enquanto a barra vermelha revela a média dos sistemas apícolas fixos (SAF) para o mesmo indicador.

Esses resultados podem ser aprimorados quando a promoção da saúde, da sustentabilidade e da segurança alimentar e nutricional caminham juntas sob a estratégia da agroecologia (AZEVEDO; PELICIONI, 2011). Contudo, é preciso esclarecer que o indicar acesso aos serviços de saúde por si só não comporta a complexidade da temática saúde. Em estudo realizado em assentamentos rurais, Alves Filho e Ribeiro (2014) apontam outros problemas de saúde ambiental, a saber: carência de saneamento básico, manejo inadequado de resíduos, dificuldades no controle de pragas e problemas de saúde do trabalhador (ALVES FILHO; RIBEIRO, 2014).

5.4.1.2.2 Acesso aos serviços educacionais

O poder da educação é reconhecido universalmente, cuja potencialidade pode transformar estudantes em agentes colaboradores de um futuro sustentável (LEAL FILHO et al., 2018). Para Goldemberg (1993), o sistema educacional deve adotar como prioridades a diminuição da repetência nas escolas, a ampliação do acesso ao segundo grau e a promoção do ensino de qualidade. Na visão de Ney e Hoffmann (2009) a educação é capaz de tornar a população mais participativa na vida social e política do país, além de contribuir positivamente para o nível de produtividade e renda.

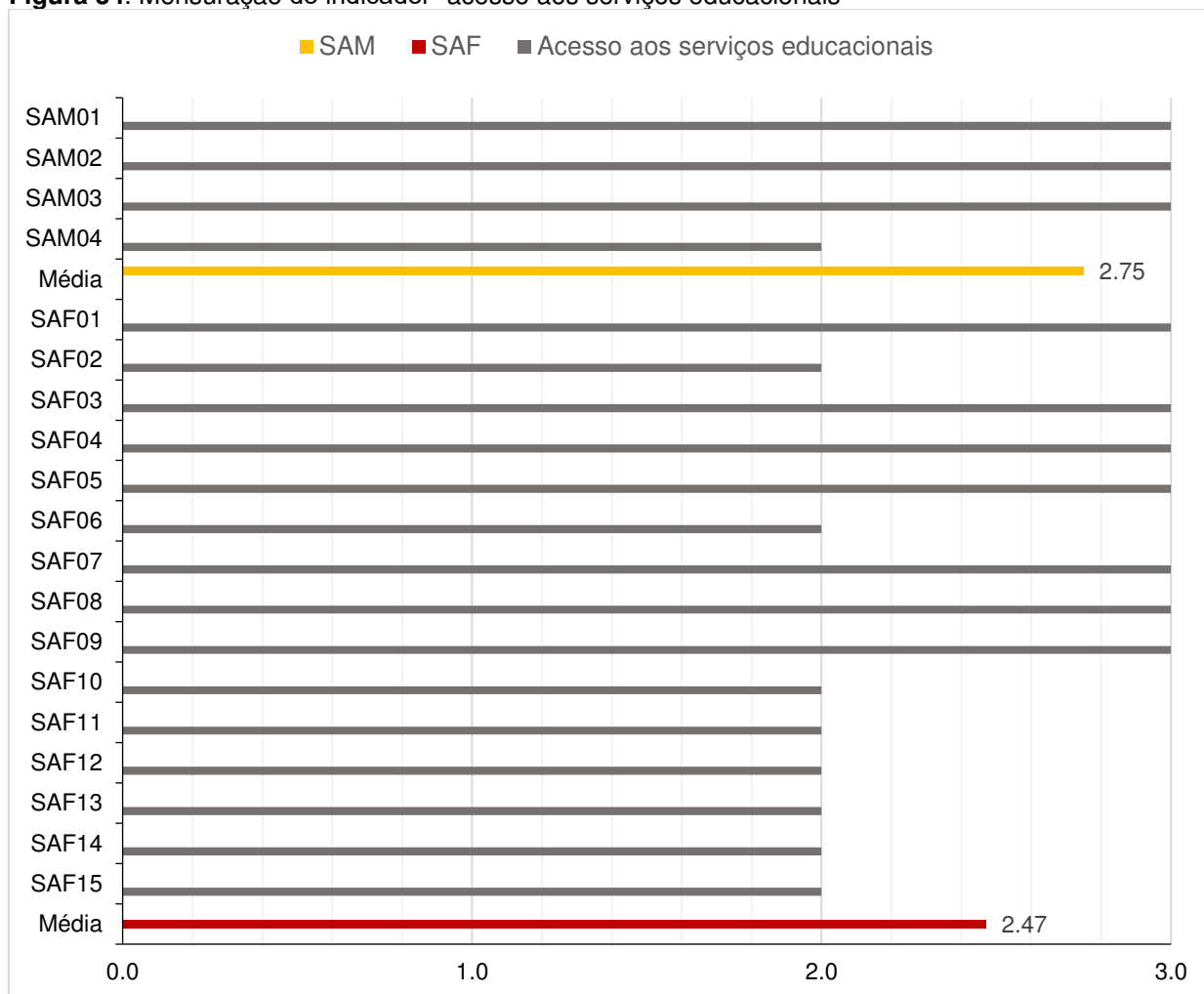
O indicador **acesso aos serviços educacionais** refere-se ao nível de satisfação do apicultor quanto à oferta e qualidade dos serviços educacionais. Para estimar esse indicador foi adotada o seguinte padrão de notas: **0** – a oferta e a qualidade dos serviços educacionais não atendem, minimamente, as necessidades da família apicultora; **1** – a oferta e a qualidade dos serviços educacionais atendem de forma reduzida as necessidades da família apicultora; **2** – a oferta e a qualidade dos serviços educacionais atendem moderadamente as necessidades da família apicultora; e **3** – a oferta e a qualidade dos serviços educacionais atende satisfatoriamente as necessidades da família apicultora.

A partir dessa apreciação, o indicador acesso aos serviços educacionais demonstrou que os apicultores migratórios estão mais satisfeitos com a oferta e qualidade dos serviços de educação do que os apicultores fixistas. Tal conclusão pode ser evidenciada a partir da média de cada grupo, sendo que os sistemas migratórios alcançaram a média de 2,75, enquanto os sistemas fixistas obtiveram média igual à 2,47. As atribuições de notas sofreram variação semelhantes entre os grupos analisados (2-3). Esses dados podem ser conferidos na Figura 34.

O indicador acesso aos serviços educacionais teve boa pontuação sob a perspectiva dos apicultores deste estudo, contribuindo de forma positiva para a sustentabilidade apícola no Semiárido brasileiro. Entretanto, faz-se necessário acrescentar que esse indicador pode ser potencializado pelo interesse da família apicultora em aprimorar o seu grau de escolaridade. De acordo com Oliveira (2015) a atividade apícola no Sertão Paraibano tem sido desenvolvida por apicultores que não possuem grau de instrução elevado, pois, a maioria dos entrevistados tinham cursado

parcialmente o ensino fundamental. Dessa forma, registra-se que o aperfeiçoamento educacional tem sido um dos ativos fundamentais na determinação da renda de famílias rurais (NEY; HOFFMANN, 2009).

Figura 34. Mensuração do indicador “acesso aos serviços educacionais”



Fonte: dados da pesquisa (2017 e 2018).

Nota: a barra destacada em amarelo representa a média dos valores atribuídos ao indicador “acesso aos serviços educacionais” dos sistemas migratórios (SAM), enquanto a barra vermelha revela a média dos sistemas apícolas fixos (SAF) para o mesmo indicador.

5.4.1.2.3 Autonomia do sistema apícola

A gestão de qualquer unidade produtiva requer conhecimento do proprietário sobre os aspectos de entrada e saída, bem como autonomia para reverter uma situação de desequilíbrio. Tal comportamento também é imprescindível na condução da apicultura. Buscando compreender os principais problemas da produção de mel na

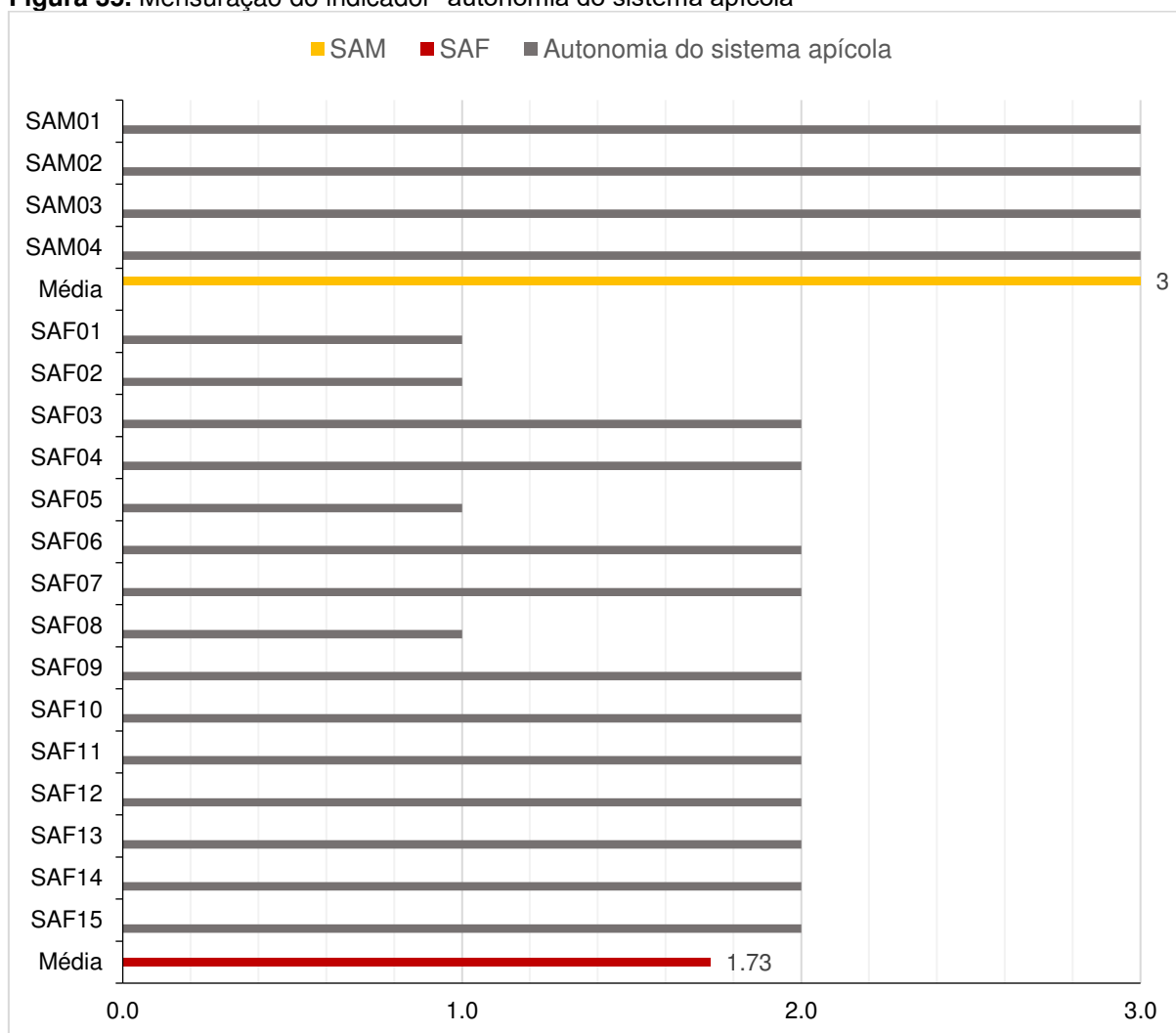
Paraíba, Costa (2015) identificou que o mau gerenciamento dos sistemas de produção tem se caracterizado como uma das limitações de desenvolvimento da atividade.

Acompanhando essa problemática, o indicador **autonomia do sistema apícola** buscou perceber o nível de controle (autonomia) do apicultor sobre o sistema, envolvendo sua capacidade de solucionar os problemas emergentes. Em outras palavras, essa autonomia pôde ser evidenciada com base na compreensão de domínio do apicultor sobre a terra ou propriedade que estavam instalados os apiários e de sua capacidade estratégica de lidar com o período seco. Essa foi uma característica importante identificada nesta Tese, pois a autonomia dos sistemas apícolas, principalmente, fixistas se encontrava ameaçada, pois o domínio sobre a terra praticamente não existia, prejudicando, assim, a localização do apiário. Seguindo esse entendimento, a avaliação desse indicador obedeceu ao seguinte padrão de notas: **0** – autonomia inexistente sobre o sistema apícola; **1** – autonomia reduzida sobre o sistema apícola; **2** – autonomia moderada sobre o sistema apícola; e **3** – autonomia satisfatória sobre o sistema apícola.

A mensuração do indicador autonomia do sistema apícola revelou que os apicultores se encontravam em situação privilegiada quando comparados com os apicultores fixistas. Isso aconteceu porque os apicultores migratórios apresentaram domínio sobre a terra (como proprietário ou arrendatário), possibilitando a migração de colmeias na ausência de pasto apícola. Por outro lado, a maioria dos apicultores fixos (alguns em situação de espaço cedido com influência direta do proprietário do imóvel) não têm conseguido manter o desenvolvimento da atividade durante o período seco, demonstrando fragilidades de gestão e risco de sustentação da atividade apícola. Nesse contexto, registra-se o relato do apicultor responsável pelo SAF01, o qual distribui suas colmeias em propriedade de criação de gado, ficando limitado de selecionar a melhor pastagem apícola. Essa é uma relevante limitação imposta para os pequenos apicultores selecionados do Sertão Paraibano.

Em termos numéricos, não houve variação de notas atribuídas aos sistemas apícolas migratórios, já os sistemas apícolas fixistas apresentaram variação entre 1 e 2. Além disso, revela-se que o grupo migratório apresentou uma média de 3 enquanto o grupo fixista obteve uma média de 1,73. Esses dados podem ser visualizados na Figura 35.

Figura 35. Mensuração do indicador “autonomia do sistema apícola”



Fonte: dados da pesquisa (2017 e 2018).

Nota: a barra destacada em amarelo representa a média dos valores atribuídos ao indicador “autonomia do sistema apícola” dos sistemas migratórios (SAM), enquanto a barra vermelha revela a média dos sistemas apícolas fixos (SAF) para o mesmo indicador.

Deficiências de gestão do sistema produtivo apícola podem ser descritas por outros fatores como a falta de calendário de floradas, falta de cronograma de colmeia e falta de assistência técnica (COSTA, 2015; NASCIMENTO et al., 2017). Contudo, a realidade dos apicultores do presente estudo evidenciou que o domínio sobre a terra e a estratégia utilizada para manutenção das colmeias contribuíram de maneira mais efetiva para compreender a capacidade de controle do apicultor sobre seu sistema apícola.

5.4.1.2.4 Nível de adaptação tecnológica

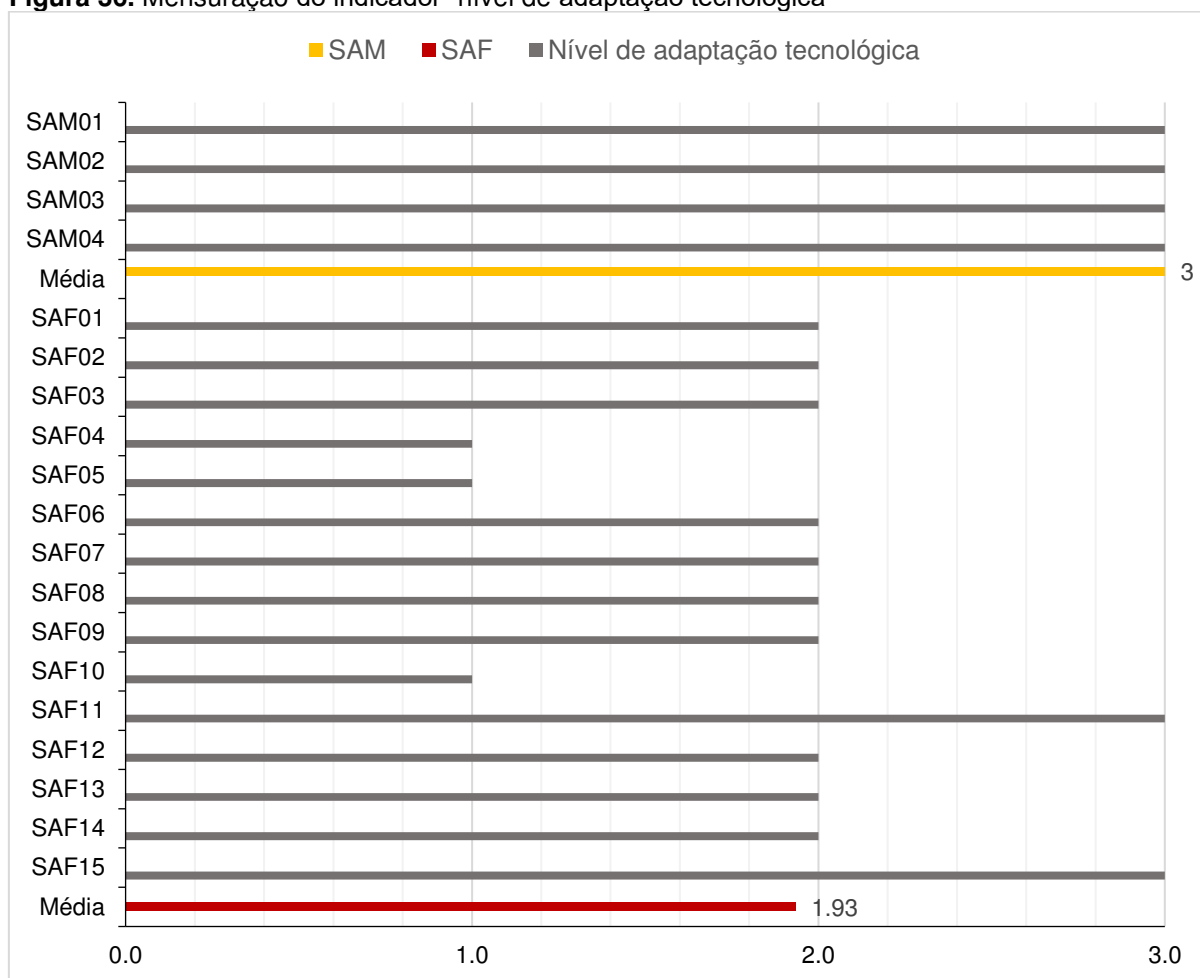
A adaptação tecnológica dos produtores rurais é fundamental para a manutenção e a produtividade das unidades de produção. Nesse sentido, no estudo de Viera Filho e Silveira (2011) os resultados demonstraram que os produtores interessados em elevar a capacidade tecnológica têm gerado ganhos produtivos e redução de custos, garantindo-os uma posição de vanguarda tecnológica. Reforçando esse entendimento, Costa (2015) considera que a baixa profissionalização dos apicultores tem desencadeado entraves e perda de produção de mel.

Nessa abordagem, o indicador **nível de adaptação tecnológica** buscou revelar o aprimoramento do apicultor, o qual foi evidenciado pela sua capacidade de incorporar novas estratégias tecnológicas no manejo apícola. Sendo assim, a mensuração desse indicador foi baseada na seguinte escala de notas: **0** – apicultor sem conhecimento atualizado e resistente a adoção de novas técnicas de manejo; **1** – apicultor dotado de conhecimento atualizado, porém resistente a adoção de técnicas de manejo modernas; **2** – apicultor sem conhecimento atualizado, porém aberto a adoção de técnicas de manejo modernas; **3** – apicultor dotado de conhecimento e praticante de técnicas de manejo modernas.

A apreciação do indicador nível de adaptação tecnológica aponta que os sistemas apícolas migratórios apresentaram melhor desempenho quando comparado com os sistemas apícolas fixistas. De outro modo, a atribuição de notas do grupo migratório não sofreu variação, apresentando a média 3, já o grupo fixista teve variação entre 1 e 3, obtendo uma média de 1,93. Tais informações podem ser observadas na Figura 36.

Diante dessas duas realidades, destaca-se que os apicultores migratórios (100%) apresentaram conhecimento pertinente sobre técnicas de criação de abelhas africanizadas, com interesse em atualizá-lo. Já a maioria dos apicultores fixistas (67%) não apresentou domínio de técnicas modernas, mostrando-se permissíveis na adoção de novas técnicas de manejo.

Figura 36. Mensuração do indicador “nível de adaptação tecnológica”



Fonte: dados da pesquisa (2017 e 2018).

Nota: a barra em destacada em amarelo representa a média dos valores atribuídos ao indicador “nível de adaptação tecnológica” dos sistemas migratórios (SAM), enquanto a barra vermelha revela a média dos sistemas apícolas fixos (SAF) para o mesmo indicador.

Evidencia-se também que a alimentação artificial e a introdução de quadros com lâminas de cera alveolada se configuraram como práticas de manejo consagradas pelos apicultores fixistas e migratórios do Sertão Paraibano (Figura 37), sendo. De forma contributiva, Oliveira (2015) também evidenciou no recorte geográfico do Sertão Paraibano que a maioria dos apicultores tem utilizado alimentação artificial como. Registra-se, ainda, que as situações menos satisfatórias foram observadas nos SAF04, SAF05 e SAF010, pois os apicultores não realizaram práticas de manejo fundamentais para evitar a perda de colmeias, mesmo apresentando conhecimento sobre elas. É oportuno destacar a atuação do apicultor responsável pelo SAF11, o qual tem um desempenho elogiável entre os demais apicultores. No SAF11 foi identificado práticas de fornecimento de alimentação

artificial, fortalecimento de enxames mediante transferência de favos de cria, introdução de cera alveolada, substituição de rainhas improdutivoas e inseminação artificial em abelhas. Esse apicultor no ano de 2017 chegou a distribuir rainhas selecionadas para outros apicultores da região.

Figura 37. Práticas de manejo realizadas por apicultores do Sertão Paraibano



Fotos: Carlos Antonio Lira Felipe Neto (2017) e apicultor responsável pelo SAM01 (2018).
Nota: **A** – Colmeias sendo alimentadas artificialmente e **B** – apicultor introduzindo cera alveolada nos quadros com o objetivo de reduzir o gasto energético das abelhas.

5.4.1.2.5 Nível de cooperativismo

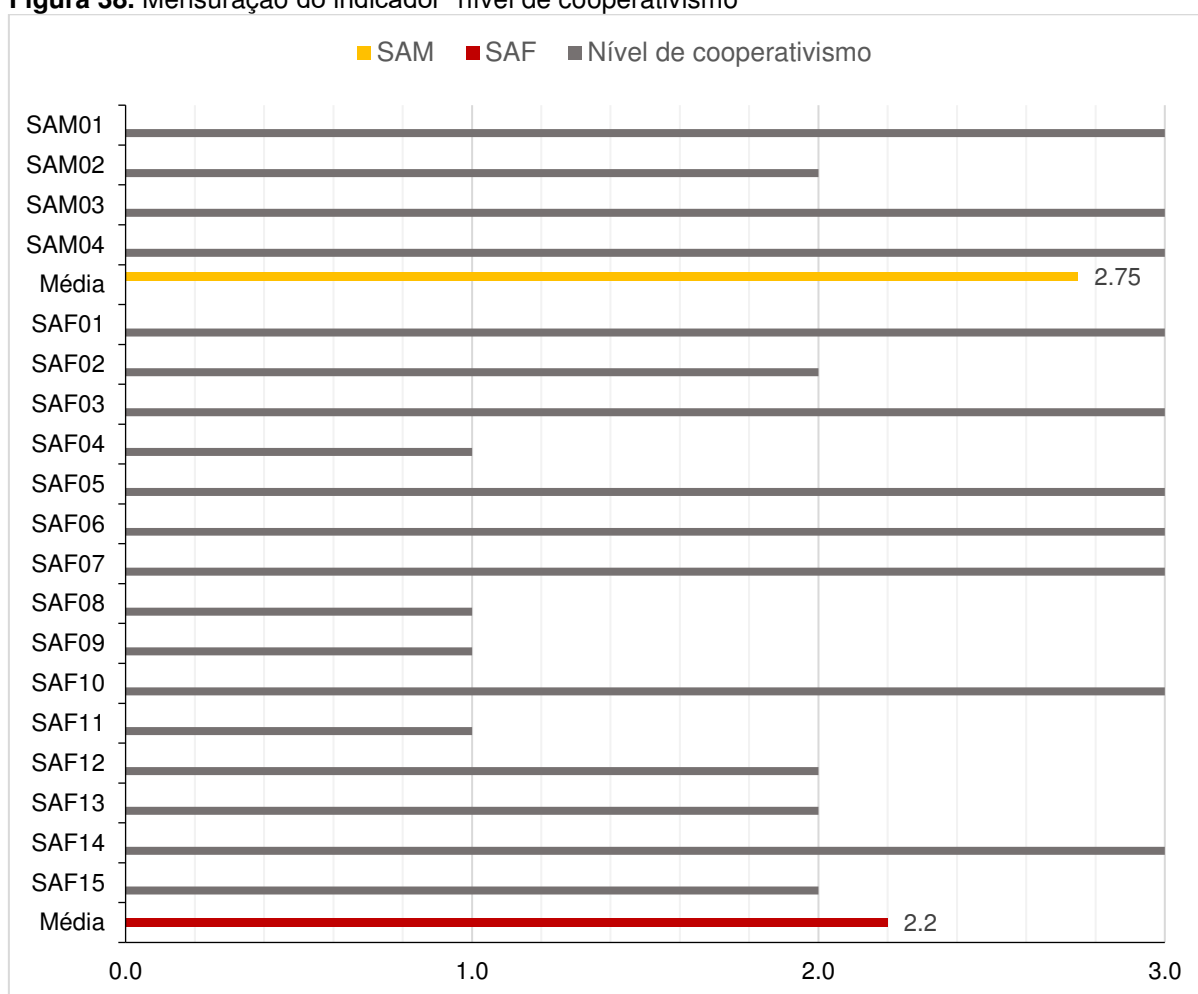
A capacidade de competição e permanência no mercado globalizado é um atributo necessário para qualquer sistema produtivo. Nesse sentido, Lengler e Rathmann (2006) consideram que as organizações coletivas, como cooperativas ou associações, têm desempenhado um relevante papel na potencialização dos resultados. Tal expectativa pode ser dificultada quando o produtor, ou mesmo o apicultor, se encontrar em uma situação de isolamento.

Diante dessa conjuntura, o indicador **nível de cooperativismo** buscou demonstrar o engajamento do apicultor em instituições comunitárias bem como a sua relação com os demais apicultores da região. Para sua medição foi utilizada a seguinte escala de notas: **0** – apicultor sem engajamento em instituição comunitária, atuando de forma individualizada; **1** – apicultor engajado em instituição comunitária, porém, atuando de forma individualizada; **2** – apicultor sem engajamento em instituições

comunitárias, atuando em parceria com outros apicultores; e **3** – apicultor engajado em instituições comunitárias, atuando em parceria com outros apicultores.

Os resultados desse indicador demonstram que os sistemas apícolas migratórios desempenharam um nível de cooperativismo mais elevado do que os sistemas apícolas fixistas. Por outra forma, a variação da atribuição de notas dos SAM foi menor (2-3) do que a variação de notas atribuídas aos SAF (1-3). Ademais, a média alcançada pelo grupo migratório foi de 2,75, enquanto o grupo fixista obteve média igual à 2,20 (Figura 38).

Figura 38. Mensuração do indicador “nível de cooperativismo”



Fonte: dados da pesquisa (2017 e 2018).

Nota: a barra destacada em amarelo representa a média dos valores atribuídos ao indicador “nível de cooperativismo” dos sistemas migratórios (SAM), enquanto a barra vermelha revela a média dos sistemas apícolas fixos (SAF) para o mesmo indicador.

Esses resultados evidenciam que embora haja diferenças entre os grupos fixos e migratórios, o nível de cooperativismo entre os apicultores tem sido positivo para a

sustentabilidade, como também tem revelado o estudo Oliveira (2015). Reforçando essa importância, Lorenzon et al. (2012) acreditam que a filiação em organizações comunitárias pode favorecer os apicultores na defesa de posições político-econômicas, na diluição de custos, no controle do setor produtivo, no fortalecimento das reivindicações e na baixa interferência de atravessadores. Este, por sua vez, é um dos grandes problemas enfrentados pelos pequenos apicultores do presente estudo.

5.4.1.2.6 Nível de participação familiar

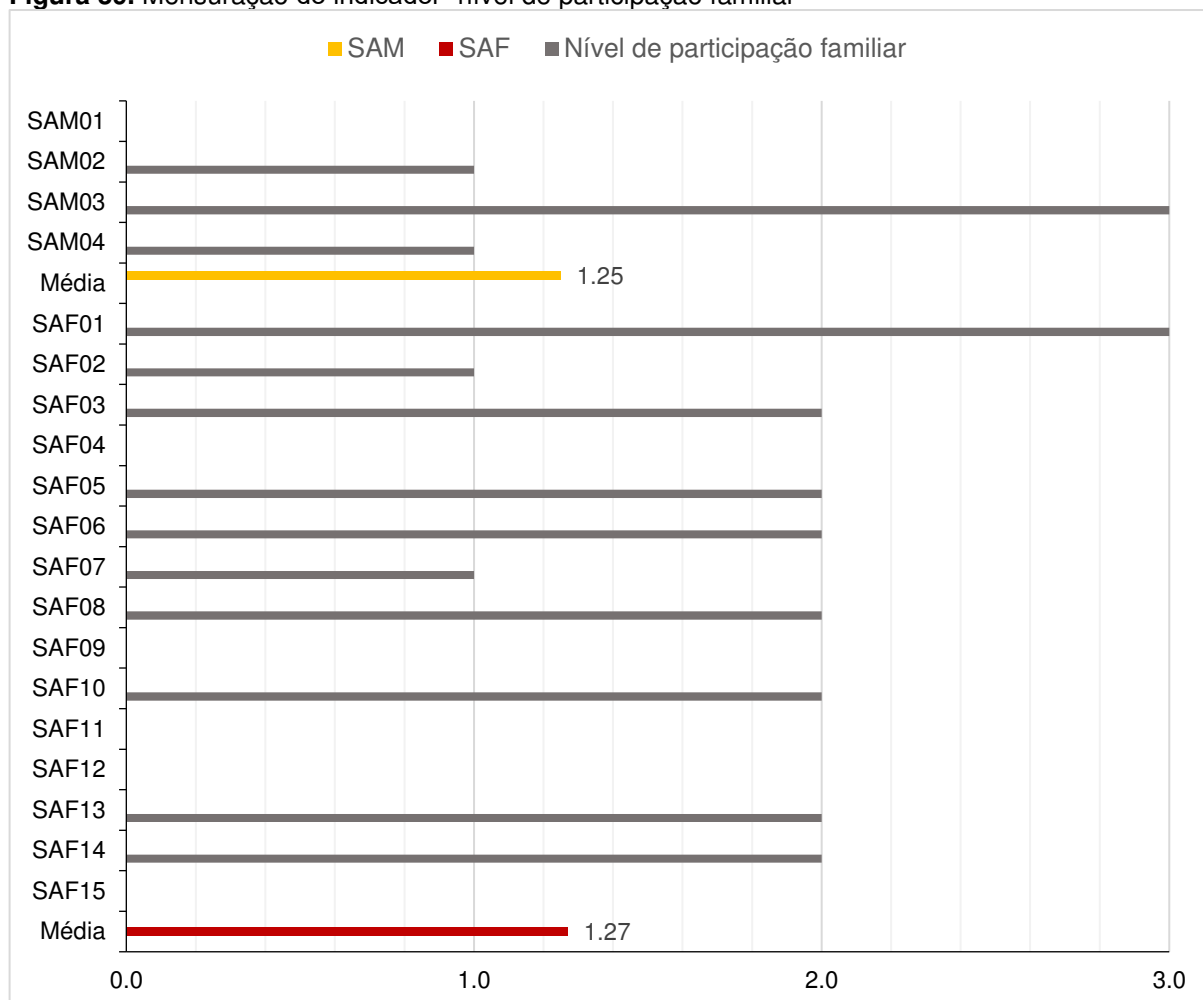
A apicultura tem contribuído para a inserção de agricultores familiares no processo produtivo, como aponta o estudo de Brito et al. (2010). Reforçando essa questão, Almeida e Carvalho (2009) revelam que um dos motivos para a atratividade da apicultura tem sido a ocupação dos membros familiares, uma vez que tem assegurado a geração de renda e a diversificação da produção. Esses atributos são fundamentais para garantir que a apicultura seja desenvolvida de forma continuada, inclusive, passando de geração para geração. Sobre esta questão, Nascimento et al. (2017) apontaram, com base em estudo de caso, que o produtor, mesmo insatisfeito, tem o desejo de manter as atividades no campo através de seus descendentes.

O indicador **nível de participação familiar** foi abordado neste contexto a fim de desvelar o nível de participação familiar na condução dos sistemas apícolas estudados. A escala de notas selecionada para esse indicador foi a seguinte: **0** – sistema apícola conduzido sem a participação familiar; **1** – sistema apícola conduzido por baixa participação familiar; **2** – sistema apícola conduzido por moderada participação dos membros familiares; e **3** – Sistema apícola conduzido por elevada participação familiar.

Os resultados do indicador nível de participação familiar revelam que os sistemas apícolas, tanto fixos quanto migratórios, têm apresentado dificuldades de envolver os membros familiares (Figura 39). Em outras palavras, a variação da atribuição de notas foi elevada e semelhante nos dois grupos (0-3). A média do grupo migratório alcançou o valor de 1,25 e a média do grupo fixista atingiu a média de 1,27, um pouco superior. Esse indicador apresentou baixo desempenho pois 25% dos

sistemas migratórios e 33% dos sistemas fixistas demonstraram que a família não estava inserida na rotina da atividade.

Figura 39. Mensuração do indicador “nível de participação familiar”



Fonte: dados da pesquisa (2017 e 2018).

Nota: a barra destacada em amarelo representa a média dos valores atribuídos ao indicador “nível de participação familiar” dos sistemas migratórios (SAM), enquanto a barra vermelha revela a média dos sistemas apícolas fixos (SAF) para o mesmo indicador.

Outro resultado que precisa ser enfatizado diz respeito a participação da mulher como apiculadora. No presente estudo todos os apicultores entrevistados pertencem ao sexo masculino, evidenciado dessa forma, que a mulher tem apenas um papel de colaboração em alguns sistemas. Este resultado é corroborado pelo estudo de Oliveira (2015) realizado no Sertão Paraibano, o qual identificou entre 40 entrevistados apenas uma apiculadora, ou seja, 2,5%. Em estudo realizado no interior de São Paulo, Cerqueira e Figueiredo (2017) apontam que 15,3% do grupo de apicultores entrevistados

eram mulheres. Considerando essa realidade, acredita-se que a pressão social de organizações de mulheres pode mudar esta situação (MELO; SABBATO, 2008).

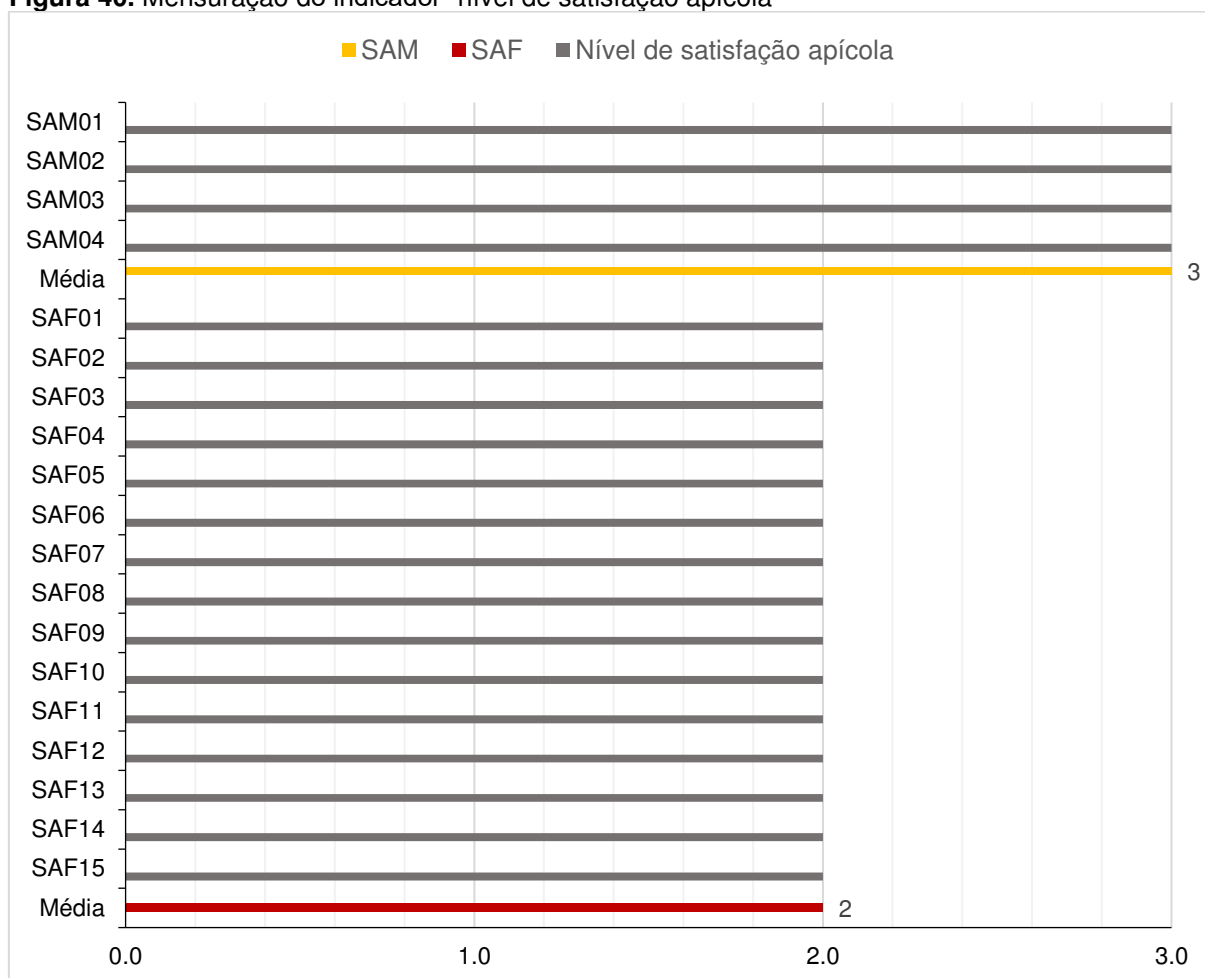
5.4.1.2.7 Nível de satisfação apícola

A irregularidade dos regimes pluviométricos e a elevada evaporação, características de ambientes áridos, associadas à má gestão das paisagens têm comprometido a sustentabilidade da Caatinga e inviabilizado, em muitas ocasiões, a exploração agropecuária (SOUSA; FERNANDES; BARBOSA, 2008). Tal situação pode ser caracterizada pela experiência de Vidal (2013; 2017), o qual evidenciou que a apicultura sofreu grandes perdas com a falta de chuva no Semiárido brasileiro entre os anos de 2012 e 2016. Considerando esse cenário, a retomada da atividade pode ganhar estímulo com base na satisfação do apicultor pela criação de abelhas africanizadas e na garantia de retorno econômico.

Por esse caminho, o indicador **nível de satisfação apícola** buscou identificar o contentamento (tanto financeiro quanto pessoal) do apicultor pela criação de abelhas do gênero *Apis mellifera*. Na medição desse indicador foi utilizado o seguinte padrão de notas: **0** – a apicultura é apresentada como uma atividade não prazerosa e não geradora de renda; **1** – a apicultura é apresentada como uma atividade não prazerosa, porém complementa a renda familiar; **2** – a apicultura é apresentada como uma atividade prazerosa, capaz de complementar a renda familiar; **3** – a apicultura é apresentada como uma atividade prazerosa, compondo a renda principal da família apiculadora.

Os resultados do indicador nível de satisfação apícola revelam que os apicultores (fixos e migratórios) desenvolvem a atividade de forma prazerosa (100% da amostra), sendo, portanto, um fator positivo para a qualidade de vida e para a sustentabilidade da situação. Contudo, a apicultura foi estabelecida como atividade principal de renda apenas pelos sistemas apícolas migratórios, e atuado de forma complementar nos sistemas fixistas. Diante dessa situação, o grupo migratório apresentou melhor resultado. Ademais, não houve variação da atribuição de notas do grupo migratório (3), o qual atingiu a média 3, e nem no grupo fixista (2), o qual alcançou a média 2. Essas informações podem ser observadas no Figura 40.

Figura 40. Mensuração do indicador “nível de satisfação apícola”



Fonte: dados da pesquisa (2017 e 2018).

Nota: a barra destacada em amarelo representa a média dos valores atribuídos ao indicador “nível de satisfação apícola” dos sistemas migratórios (SAM), enquanto a barra vermelha revela a média dos sistemas apícolas fixos (SAF) para o mesmo indicador.

Essa realidade aponta que o maior gargalo, com base no indicador nível de satisfação apícola, é a renda complementar gerada pela apicultura fixista, diferentemente da autonomia financeira alcançada pelos apicultores migratórios. O resultado desse indicador confirma o estudo de Oliveira (2015), desenvolvido no Sertão Paraibano, indicando que a atividade apícola tem sido desenvolvida como alternativa complementar de renda das famílias apicultoras entrevistadas. O grande desafio desses apicultores tem consistido na manutenção de suas colmeias no período de estiagem.

5.4.1.2.8 Suporte financeiro

O crédito tem se tornado uma estratégia de assistencialismo ao produtor rural, permitindo o fortalecimento de suas atividades produtivas (SILVA et al., 2015). Na concepção de Lopes, Lowery e Peroba (2016) o crédito rural tem evoluído, tornando-se uma política agrícola, cujas diretrizes podem permitir que o Brasil promova crescimento econômico e sustentabilidade agropecuária. Contudo, para que esse instrumento de apoio econômico se torne eficiente, faz-se necessário que políticas públicas abordem dois grandes desafios: o primeiro compreende as dificuldades dos produtores rurais no acesso ao crédito; e o segundo refere-se à necessidade de adotar práticas agrícolas sustentáveis (LOPES; LOWERY; PEROBA, 2016).

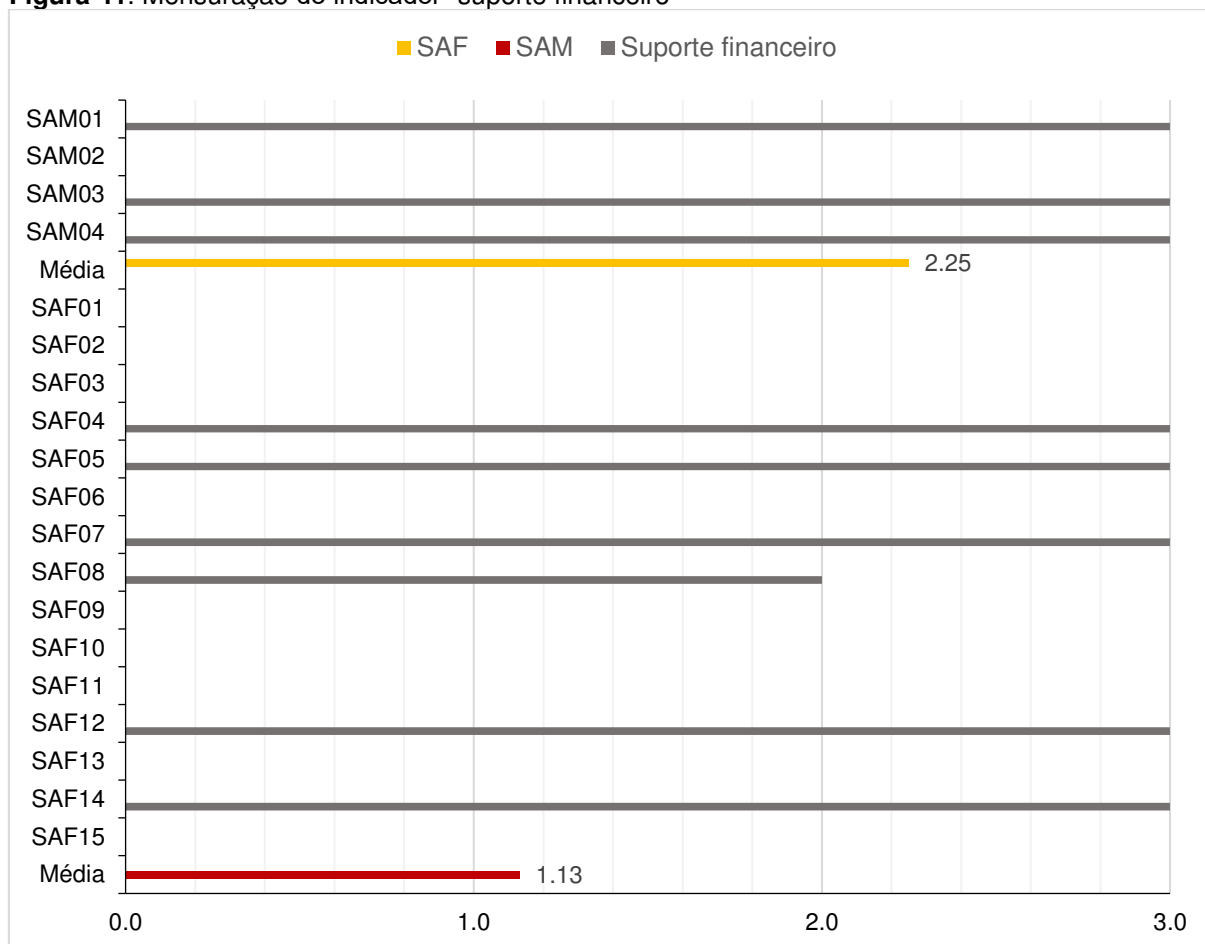
A disponibilidade do instrumento de crédito para o apicultor, desde que sujeita a baixa taxa de juros, tem permitido a criação de oportunidades, a produção a preços justos de mercado, melhorias dos custos financeiros e a ampliação da tecnologia apícola e, conseqüentemente, tem contribuído para o bem-estar da família apiculadora (LORENZON et al., 2012). A compreensão desse cenário na perspectiva do estudo em tela busca a representação do nível de entrosamento entre setor público e apicultores.

Considerando esse contexto, o indicador **suporte financeiro** foi estabelecido para revelar a condição de acesso ao crédito destinado ao sistema apícola (fixista ou migratório, bem como a satisfação do apicultor em caso positivo de financiamento. Para o cálculo desse indicador foi adotado a seguinte escala de notas: **0** – inacessibilidade ao crédito; **1** – acesso dificultado ao crédito, com ou sem resultado satisfatório; **2** – acesso facilitado ao crédito, sem resultados satisfatórios; e **3** – acesso facilitado ao crédito, com resultados satisfatórios.

Os resultados do indicador “suporte financeiro” evidenciam que os sistemas apícolas migratórios apresentaram melhor desempenho do que os sistemas apícolas fixistas. Em termos numéricos, houve variação semelhante na atribuição de notas para cada grupo, ou seja, as notas variaram entre 0 e 3. Quanto à média, o grupo migratório alcançou o valor de 2,25, enquanto o grupo fixista obteve a média correspondente à 1,13 (Figura 41). Registra-se, também, que uma parcela considerável dos apicultores fixistas (60%) não teve acesso ao crédito, uma realidade que tem dificultado o desenvolvimento da apicultura na região. Em uma situação mais crítica, o estudo de Lorenzon et al. (2012) aponta que o apicultor fluminense não dispõe de incentivos

financeiros para exercer sua atividade, visto que 97% dos apicultores entrevistados indicaram que a manutenção do sistema produtivo apícola tem sido realizada com o próprio capital.

Figura 41. Mensuração do indicador “suporte financeiro”



Fonte: dados da pesquisa (2016 e 2017).

Nota: a barra destacada de amarelo representa a média dos valores atribuídos ao indicador “suporte financeiro” dos sistemas migratórios (SAM), enquanto a barra vermelha revela a média dos sistemas apícolas fixos (SAF) para o mesmo indicador.

É importante destacar também a satisfação do apicultor com os resultados provenientes do incentivo financeiro. Nesse sentido, revela-se que 100% dos apicultores migratórios com acesso ao crédito obtiveram resultados positivos. Em relação aos apicultores fixos, a situação não difere muito, pois 83% dos apicultores que tiveram acesso ao crédito também se sentiram satisfeitos. Esses resultados demonstram que o investimento realizado na atividade apícola tem retorno confirmado e satisfatório. Diante disso, registra-se que o indicador suporte financeiro apresentou baixo desempenho, principalmente, do grupo fixista em virtude da carência de suporte

financeiro pelo setor público. Reforçando esse entendimento, Cardoso et al. (2014), revelam que o valor financiado em empreendimentos no Nordeste brasileiro representou apenas 1% do total de financiamento por meio dos programas agropecuários entre os anos safra 2010-2011 e 2013-2014. Essa desassistência associada com as vulnerabilidades climáticas e social do Nordeste brasileiro (TORRES et al., 2012) representa um desafio futuro para apicultores e demais produtores da região, necessitando de alternativas enérgicas e prementes do poder público.

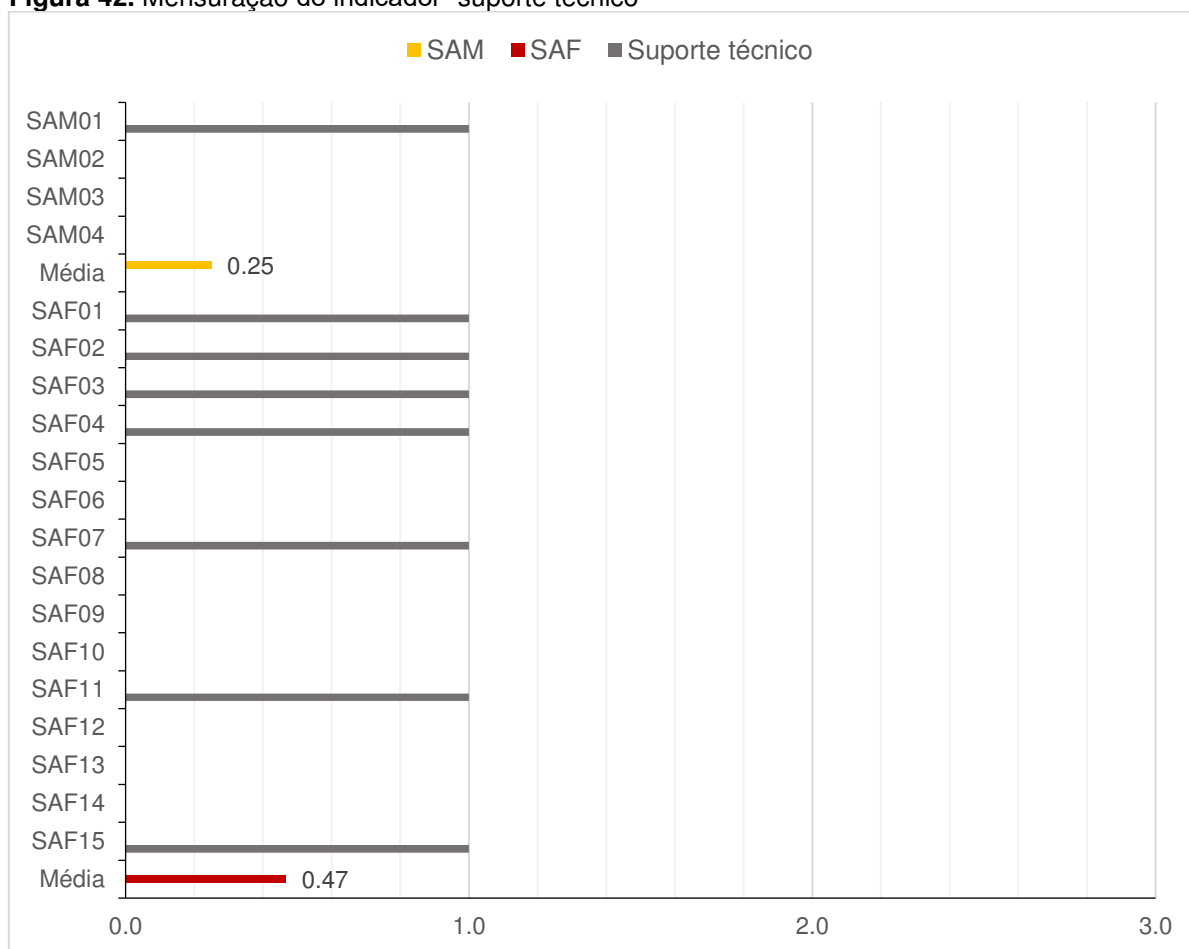
5.4.1.2.9 Suporte técnico

O suporte técnico, mediante o agrupamento de experiências teórica e prática, tem se tornado instrumento fundamental para a qualificação profissional de produtores rurais, tornando-os permissíveis para adotar novas práticas de manejo e capacitados para enfrentar o mercado de trabalho competitivo (SILVA et al., 2016). A assistência técnica quando ofertada de forma regular tem trazido ganhos para a gestão dos sistemas produtivos, como revela Nascimento et al. (2017) em experiência com agricultores familiares sul-mato-grossense

Nesse sentido, o indicador **suporte técnico**, também proposto por Oliveira et al. (2007) para agroecossistemas apícolas, permitiu desvelar a satisfação do apicultor quanto aos serviços técnicos ofertados para o aprimoramento do seu sistema apícola. Seguindo esse entendimento, esse indicador foi mensurado com base na seguinte escala de notas: **0** – assistência técnica inexistente; **1** – assistência técnica insatisfatória; **2** – assistência técnica moderada; e **3** – assistência técnica satisfatória

Considerando o contexto dos 25 indicadores, o indicador suporte técnico revelou a pior situação para os sistemas apícolas, tanto fixos quanto migratórios. Em termos numéricos, houve baixa variação da atribuição de notas (0-1) para ambas situações. Em relação a média, o grupo migratório apresentou média igual à 0,25, enquanto o grupo fixista obteve média de 0,47 (Figura 42). Embora o desempenho dos sistemas apícolas fixistas tenha sido superior aos sistemas migratórios, observa-se que a realidade encontrada é realmente crítica. Outros gargalos evidenciados neste estudo para a apicultura também podem ser justificados pela falta de aperfeiçoamento do apicultor.

Figura 42. Mensuração do indicador “suporte técnico”



Fonte: dados da pesquisa (2016 e 2017).

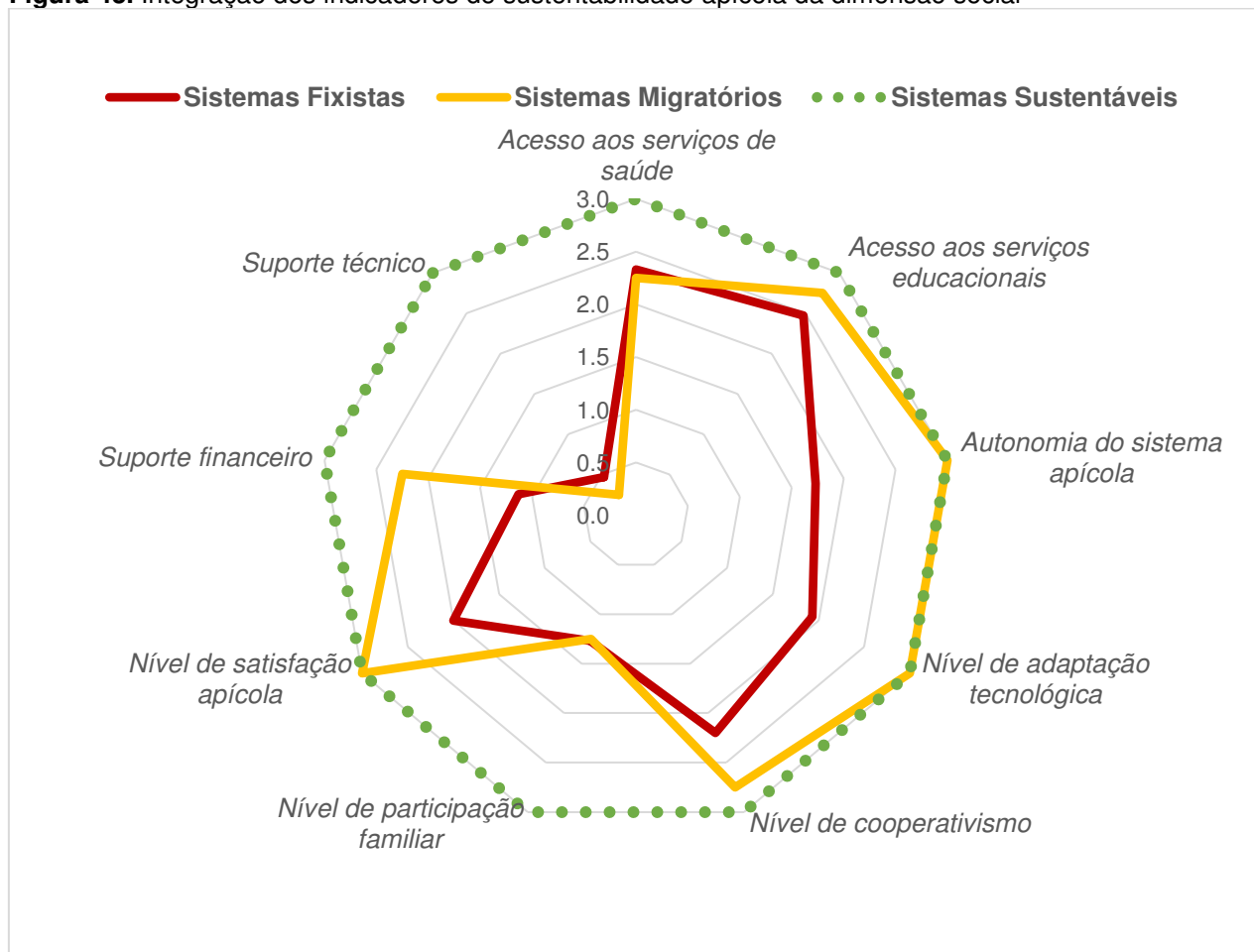
Nota: a barra destacada de amarelo representa a média dos valores atribuídos ao indicador “suporte técnico” dos sistemas migratórios (SAM), enquanto a barra vermelha revela a média dos sistemas apícolas fixos (SAF) para o mesmo indicador.

Evidencia-se, ainda, que 53% dos apicultores e 75% dos apicultores migratórios não tiveram acesso ao suporte técnico. Os demais apicultores que tiveram acesso, foi de forma insatisfatória. Em estudo realizado no estado do Rio de Janeiro, aproximadamente 80% dos apicultores fluminenses não dispõem de nenhum tipo de assistência, revelando, dessa forma, o grau de abandono pelos órgãos governamentais e das entidades de classe (LORENZON et al., 2012). Essa realidade demonstra clara negligência por parte de órgãos públicos, cooperativas e associações.

Na concepção de Pinheiro (2011), a assistência técnica permanente tem se tonado imprescindível para a apicultura, pois apicultores desassistidos terminam abandonando a atividade apícola em detrimento da situação de desconfiança e da perda de motivação (PINHEIRO, 2011). O indicador suporte técnico associado com

outros oito indicadores (descritos anteriormente) contribuiu para compreensão da dimensão social da sustentabilidade apícola no Semiárido brasileiro. Na figura 43, é apresentada a integração dos resultados de cada indicador, considerando os grupos fixistas, migratórios e desejáveis (sustentáveis).

Figura 43. Integração dos indicadores de sustentabilidade apícola da dimensão social



Fonte: dados da pesquisa (2018).

Em resumo, a integração dos indicadores evidencia que os sistemas apícolas migratórios tiveram melhor desempenho nos seguintes indicadores: acesso aos serviços educacionais, autonomia do sistema apícola, nível de adaptação tecnológica, nível de cooperativismo, nível de satisfação apícola e suporte financeiro. Por outro lado, o grupo fixista apresentou desempenho superior em comparação com o grupo migratório nos seguintes indicadores: nível de participação familiar, suporte técnico e acesso aos serviços de saúde. Essa conjuntura demonstra que ambas propostas de criação de abelhas africanizadas ainda precisam corrigir falhas que acometem de

forma indesejável a sustentabilidade apícola, enfatizando que a situação dos apicultores fixos se encontra fragilizada. Nesse contexto, sugere-se que o suporte público (técnico e financeiro), de forma mais ativa e permanente, e as organizações sociais direcionadas para incorporar a participação familiar no contexto produtivo da apicultura são urgentemente necessários para fortalecer os dois grupos apícolas em curto prazo de tempo. Outras estratégias complementares podem garantir o desenvolvimento futuro da apicultura na região. A seguir, aborda-se mais um alicerce da apicultura sustentável: a dimensão econômica e seus indicadores.

5.4.1.3 *Dimensão econômica e seus indicadores apícolas*

A distribuição de indicadores apícolas para a dimensão econômica obedeceu ao entendimento dos autores da ferramenta MESMIS (MASERA, ASTIER E LÓPEZ-RIDAURA, 1999). Para eles, a dimensão econômica precisa abordar aspectos relacionados com receitas e custos de um determinado projeto de investimento ou sistema. Sendo assim, a dimensão econômica ficou sendo representada por oito indicadores, a saber: certificação de mel, dependência de insumos externos, escoamento da produção, lucratividade apícola, perda de colmeias, perfil do apicultor, produção de mel e custo de produção.

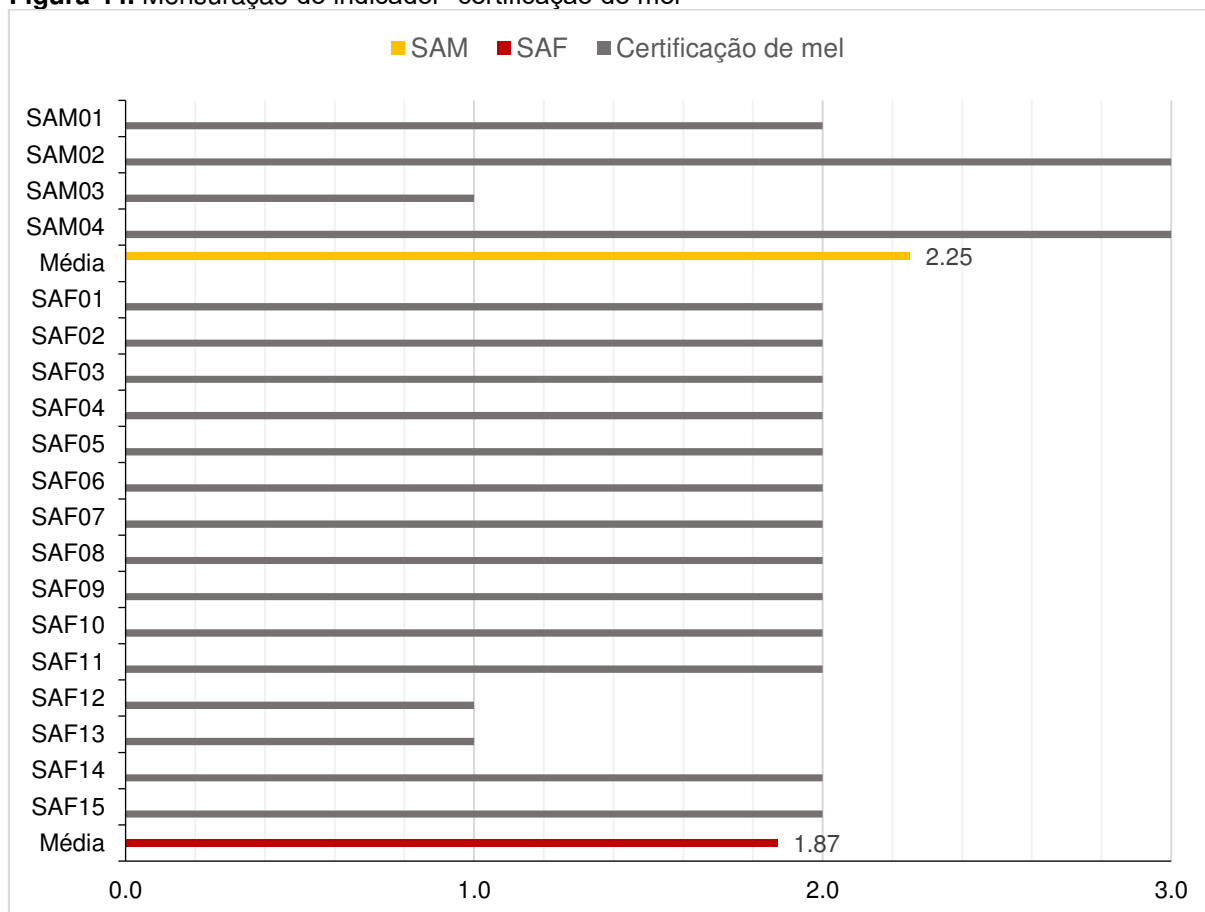
5.4.1.3.1 Certificação de mel

O monitoramento constante da produção pelos sistemas produtivos tem se tornado uma alternativa primordial para obtenção de informações capazes de assegurar a qualidade do produto conforme exigências legais (BATISTA et al., 2013), evitando riscos à saúde do consumidor. Nesse sentido, a certificação do mel tem se constituído numa importância estratégica para o mercado orgânico uma vez que permite o diferencial da produção, a elevação do preço dos produtos, servindo, ainda, como atestado de qualidade para os consumidores (REIS, 2003).

Nessa perspectiva, o indicador **certificação de mel** buscou compreender o nível de certificação do mel dos sistemas apícolas analisados. Na valoração desse indicador foi adotado o seguinte padrão de notas: **0** – sem perspectiva de certificação; **1** – com perspectiva de certificação, porém sem iniciação do processo; **2** – processo de certificação em andamento; e **3** – certificação efetivada.

Os resultados do indicador qualidade de mel revelou que o grupo de apicultores migratórios apresentou um desempenho mais favorável do que o grupo de apicultores fixistas. Por outra forma, a variação de notas foi maior no grupo migratório (1-3), enquanto o grupo fixista teve variação entre 1 e 2. Em relação à média, o sistema migratório obteve 2,25 e o sistema fixista apresentou média de 1,87 (Figura 44). Esse resultado foi possível, pois dois apicultores migratórios informaram que o mel produzido tinha certificação. Registra-se, ainda, que os sistemas fixistas estão caminhando na busca pela certificação mediante atuação da Cooperativa de Apicultores de Catolé do Rocha (COOAPIL).

Figura 44. Mensuração do indicador “certificação de mel”



Fonte: Dados da pesquisa (2017 e 2018).

Nota: a barra destacada de amarelo representa a média dos valores atribuídos ao indicador “certificação de mel” dos sistemas migratórios (SAM), enquanto a barra vermelha revela a média dos sistemas apícolas fixos (SAF) para o mesmo indicador.

Considerando o conjunto da obra, observa-se que 100% dos sistemas apícolas fixistas e 50% dos sistemas migratórios ainda não têm a certificação. Para Lorenzon et al. (2012) essa situação é preocupante, pois a falta de certificação junto aos órgãos

de fiscalização dos produtos apícolas tem induzindo à clandestinidade, a ilegalidade e ao descontrole da sanidade. Em levantamento realizado por este autor, foi verificado que 93% dos produtores não tinham seus produtos inspecionados por órgão governamental responsável. Reforçando esse resultado, Araújo, Correia e Silva (2016) também evidenciou que nenhuma unidade de processamento de mel estudada apresentou condições necessárias para obtenção da certificação, mesmo utilizando-se de rigor técnico. Tal conjuntura caracteriza a certificação de mel como um obstáculo para os sistemas apícolas.

Ademais, menciona-se o papel influenciador de práticas agrícolas na qualidade do mel, embora não se tenha realizado, nesta Tese, a análise de resíduos de agrotóxicos nos méis coletados. Nesse contexto, Koshiyama, Lorenzon e Tassinari (2011) revelam que o mel brasileiro é reconhecido no mercado externo por sua qualidade orgânica, ou seja, livre de resíduos químicos e originado a partir de espécies florais silvestres, cujas condições são bem aproveitadas pela tendência do mercado internacional. Contudo, a ampliação de técnicas e cultivos enraizada na Revolução Verde pode provocar a contaminação do mel, colocando em risco este mercado promissor (VIDAL, 2017). Este autor ressalta, ainda, que consumidores europeus têm a percepção de que o mel produzido na América do Sul é um produto contaminado com componentes geneticamente modificados.

5.4.1.3.2 Dependência de insumos externos

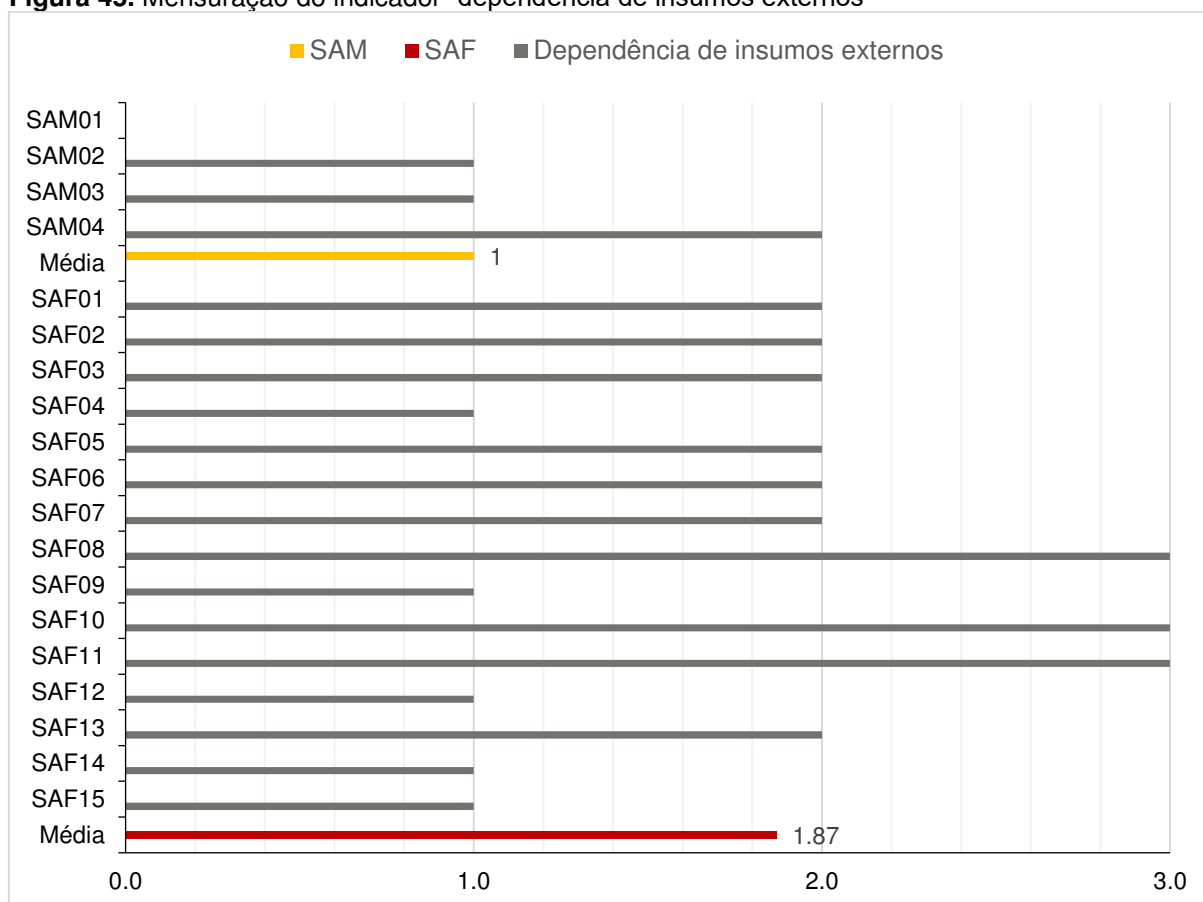
Assim como a maioria das cadeias de produção, a criação de abelhas africanizadas também tem exigido a implementação de insumos externos, de modo que a mobilidade e o desenvolvimento do sistema sejam mantidos. Na concepção de Lengler e Rathmann (2006) podem ser descritos como insumos externos da atividade apícola: material genético, alimentação, caixas, colmeias, equipamentos de manejo e equipamentos de segurança individual. Nesse contexto, o apicultor não tem o domínio direto sobre o procedimento de conversão da colmeia, mas cabe a ele a garantia de condições ideais (insumos e manejo) para que o trabalho, desenvolvido pelas abelhas, aconteça de forma satisfatória (PINHEIRO, 2011).

Com base nessa abordagem, o indicador **dependência de insumos externos** permitiu a compreensão do nível de necessidade de insumos externos para o

funcionamento dos sistemas apícolas analisados. Na valoração desse indicador foi utilizada seguinte escala de notas: **0** – elevada dependência de insumos externos; **1** – dependência moderada de insumos externos; **2** – dependência baixa de insumos externos; e **3** – dependência mínima de insumos externos.

Os resultados do indicador dependência de insumos externos aponta que o desempenho dos sistemas apícolas fixistas foi mais elevado para a sustentabilidade do que os sistemas migratórios. Em termos numéricos, a variação de atribuição de notas do grupo fixista foi entre 1 e 3, enquanto do grupo migratório as notas oscilaram entre 0 e 2. Em relação à média, os sistemas migratórios apresentaram média de 1 e os sistemas fixos obtiveram média igual à 1,87 (Figura 45).

Figura 45. Mensuração do indicador “dependência de insumos externos”



Fonte: dados da pesquisa (2016 e 2017).

Nota: a barra em destacada de amarelo representa a média dos valores atribuídos ao indicador “dependência de insumos externos” dos sistemas migratórios (SAM), enquanto a barra vermelha revela a média dos sistemas apícolas fixos (SAF) para o mesmo indicador.

O desempenho mais favorável dos sistemas apícolas fixistas pode ser justificado pela menor necessidade de insumos quando comparado com os sistemas

migratórios. Tal conclusão pode ser evidenciada pela diferença entre os custos da criação de cada grupo. No caso dos apicultores fixos os custos ficaram em torno de R\$32,32/colmeia/ano e custo médio dos apicultores migratórios foi de R\$110,27/colmeia/ano. Sobre esta questão, Altieri (1983) considera que os rendimentos elevados nos sistemas agrícolas modernos só conseguem ser sustentados em função da importação de recursos externos. Assim, os ganhos de produtividade têm dependido diretamente da gestão e do uso de recursos e energia.

5.4.1.3.3 Escoamento da produção

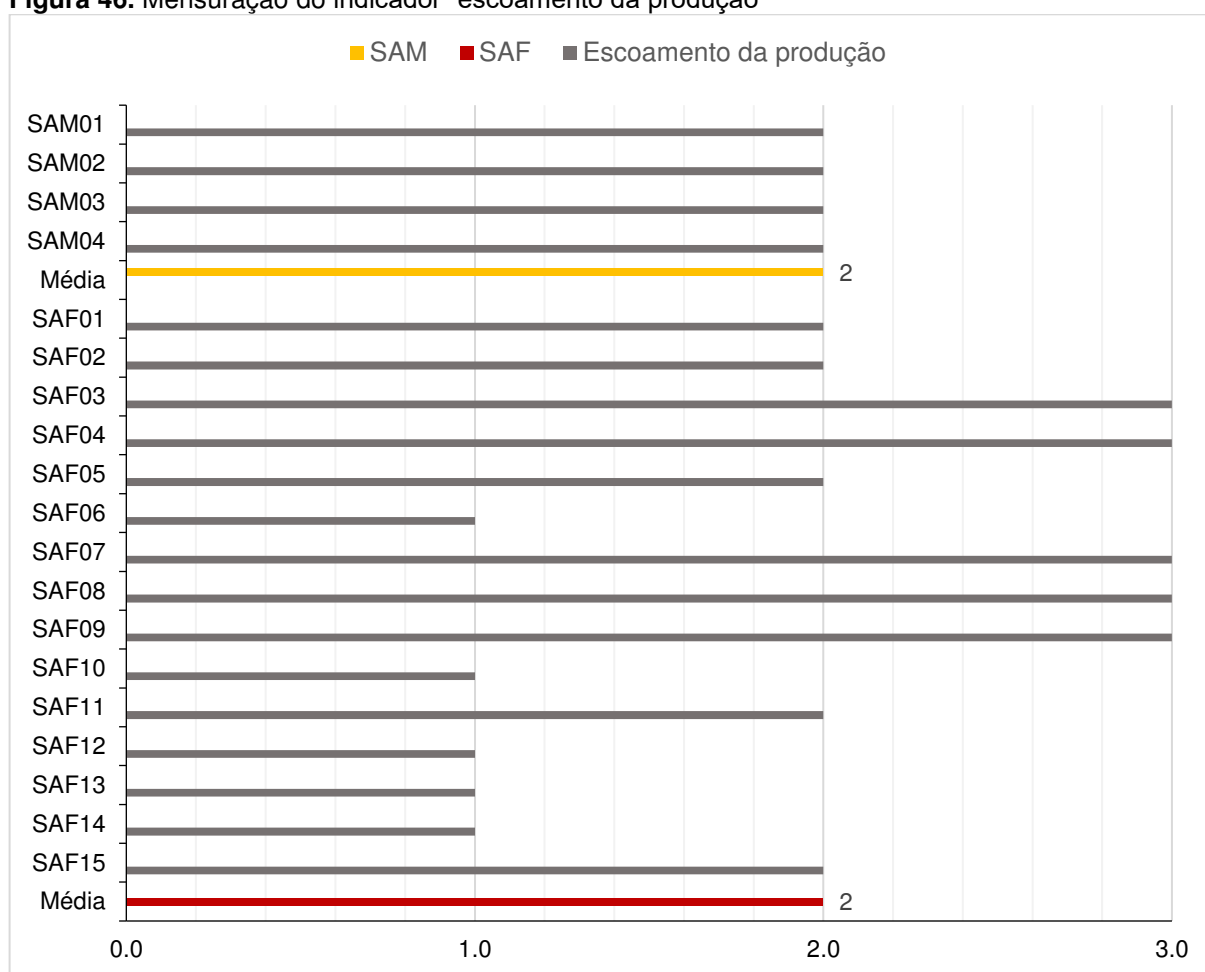
A comercialização tem sido a chave de qualquer segmento produtivo, permitindo a continuidade do negócio (LORENZON et al., 2012). Na cadeia apícola, diversos canais de distribuição têm sido evidenciados, desde os mais simples em que o apicultor vende sua produção diretamente ao comprador, até os mais sofisticados (como por exemplo grandes empresas nacionais e internacionais) com a atuação de intermediários (VIDAL, 2017). A atuação de intermediários pode construir um cenário desfavorável para a apicultura, pois o apicultor perde o domínio sobre o preço do mel, como apontam Fernandes Júnior e Silva (2016) em experiência científica realizada no Rio Grande do Norte, dificultando a negociação de preços mais justos.

Diante dessa situação, vivenciada por apicultores de região Semiárida, o indicador **escoamento da produção** buscou compreender os canais de comercialização da produção apícola, envolvendo o poder de barganha dos apicultores em relação ao preço do mel. Para quantificá-lo foi adotada a seguinte escala de notas: **0** – apicultor sem poder de barganha pela falta de escoamento da produção ; **1** – poder de barganha do apicultor ameaçado pelo escoamento da produção via atravessadores; **2** – poder de barganha do apicultor limitado, com destino da produção para associações, feiras livres, consumidor final ou grandes empresas nacionais e internacionais; e **3** – poder de barganha do apicultor compartilhado, com destino da produção para associações, feiras livres, consumidor final ou grandes empresas nacionais e internacionais.

Os resultados do indicador escoamento da produção evidenciam que os dois grupos apícolas estudados se encontram-se no mesmo nível de desempenho, isto é, com média igual à 2. Não houve variação de notas para o sistema apícola migratório,

enquanto o sistema fixista apresentou variação entre 1 e 3, como pode ser observada na Figura 46. Embora os resultados tenham sido semelhantes, faz-se necessário esclarecer que o grupo migratório apontou como principal destino da produção o comércio internacional, sendo o preço do mel ditado por empresas do setor. Já o grupo fixista apresentou maior diversidade de canais de comercialização, sendo o preço do mel ditado por atravessadores para 33% dos apicultores entrevistados. Além disso, a percepção de 33% dos apicultores demonstrou que o preço do mel é decidido de forma compartilhada.

Figura 46. Mensuração do indicador “escoamento da produção”



Fonte: Dados da pesquisa (2016 e 2017).

Nota: a barra destacada de amarelo representa a média dos valores atribuídos ao indicador “escoamento da produção” dos sistemas apícolas migratórios (SAM), enquanto a barra vermelha revela a média dos sistemas apícolas fixos (SAF) para o mesmo indicador.

Esse indicador revela que a situação do escoamento da produção precisa ser melhorada. No estudo de Oliveira (2015), realizado no Sertão Paraibano, a maior parte dos apicultores destinam sua produção para atravessadores. Para este autor, a figura

do atravessador tem proporcionado uma venda mais cômoda para o apicultor, principalmente, pela não exigência de certificação e pelo pagamento em dinheiro vivo (embora seja reconhecido que este valor se encontra abaixo do negociado pelo mercado). Já Fernandes Júnior e Silva (2016) atribuem a submissão do preço e a exclusividade da venda aos atravessadores em virtude da situação econômica precária de muitos apicultores. Já para Silva et al. (2013) a completa ausência de atravessadores pode acarretar a interrupção do fluxo de comercialização, mesmo reconhecendo que a presença de atravessadores tem sido um problema para o desenvolvimento da apicultura. Portanto, observa-se que uma situação complexa o escoamento da produção apícola, recomendando, assim, a proposição de diretrizes direcionadas para cada realidade a fim de garantir preços justos e canais diversificados de comercialização.

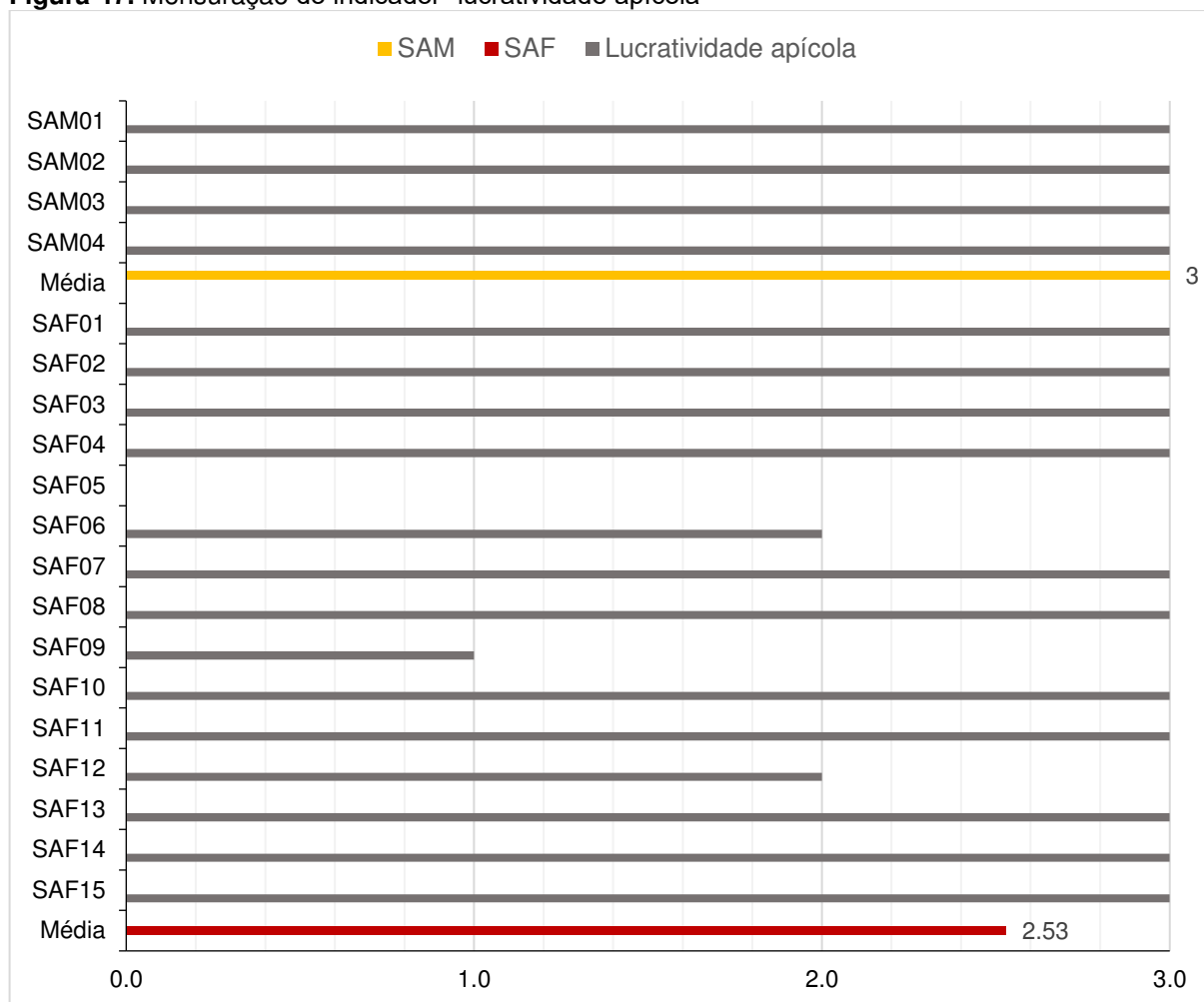
5.4.1.3.4 Lucratividade apícola

A atividade apícola, com destaque para a produção de mel, tem se tornado uma atividade muito rentável em virtude da necessidade reduzida de investimentos e do alcance elevado de índices de lucratividade (FREITAS, KHAN; SILVA, 2004). Gerando, inclusive, um retorno mais rápido do investimento do que outras atividades agropecuárias. Nesse sentido, apresenta-se a experiência de Barros e Reis (2004) na avaliação dos gastos e lucros, de forma comparativa entre a produção da apicultura e da bovinocultura de corte no Pantanal. Estes autores identificaram que a apicultura possibilitou um o retorno do capital investido mais rápido.

Considerando esse cenário, o **indicador lucratividade apícola** buscou compreender a taxa disponível de receita da atividade apícola, após o pagamento de todos os custos, mediante o Índice de Lucratividade (IL), proposto por Martin et al. (1998). Este índice revela a relação entre o lucro operacional (LO) e a receita bruta (RB), em percentagem, ou seja, $IL = (LO / BR) \times 100$. Na mensuração do indicador lucratividade apícola, com base na sustentabilidade, foi utilizado o seguinte padrão de notas: **0** – não apresentou lucratividade; **1** – variação de lucratividade entre 1% e 29%; **2** – variação de lucratividade entre 30% e 59%; e **3** – variação de lucratividade entre 60% e 100%.

Os resultados do indicador lucratividade apícola foi um dos que mais contribuíram para a sustentabilidade da apicultura, pois nos dois grupos apícolas, aqui analisados, o desempenho foi favorável, mesmo sabendo que o sistema migratório superou a performance do sistema fixista. Em termos numéricos, não ocorreu variação de notas do grupo migratório, enquanto que no grupo fixista foi observado variações de notas entre 0 e 3. Com base média de cada um, o grupo migratório apresentou média igual à 3 e o grupo fixista obteve a média de 2,53 (Figura 47).

Figura 47. Mensuração do indicador “lucratividade apícola”



Fonte: Dados da pesquisa (2016 e 2017).

Nota: a barra destacada de amarelo representa a média dos valores atribuídos ao indicador “lucratividade apícola” dos sistemas apícolas migratórios (SAM), enquanto a barra vermelha revela a média dos sistemas apícolas fixos (SAF) para o mesmo indicador.

Além disso, evidencia-se que os sistemas migratórios apresentaram lucratividade média de 75% (com desvio padrão de 5,68), enquanto os sistemas fixistas obtiveram lucratividade equivalente à 66% (com desvio padrão de 27,97). No

Semiárido paraibano, Sousa (2013), considerando a percepção dos apicultores em relação a lucratividade apícola, evidenciou elevado índice de satisfação nas comunidades rurais Acauã, Jacu e Fortuna. No Rio Grande do Norte, registra-se o estudo de Gomes et al. (2015), realizado no município de Apodi, o qual demonstra que 88% dos apicultores entrevistados obtiveram índices de lucratividade significativa. Já o estudo de Caione et al. (2011) aponta que em Alta Floresta (Mato Grosso do Sul), o índice de lucratividade de 68,11% (a partir do terceiro ano de implantação do sistema produtivo) tem conferido elevado potencial à atividade apícola. Enfim, essas experiências atestam a viabilidade econômica da apicultura, inclusive, na região Semiárida brasileira.

5.4.1.3.5 Perda de colmeias

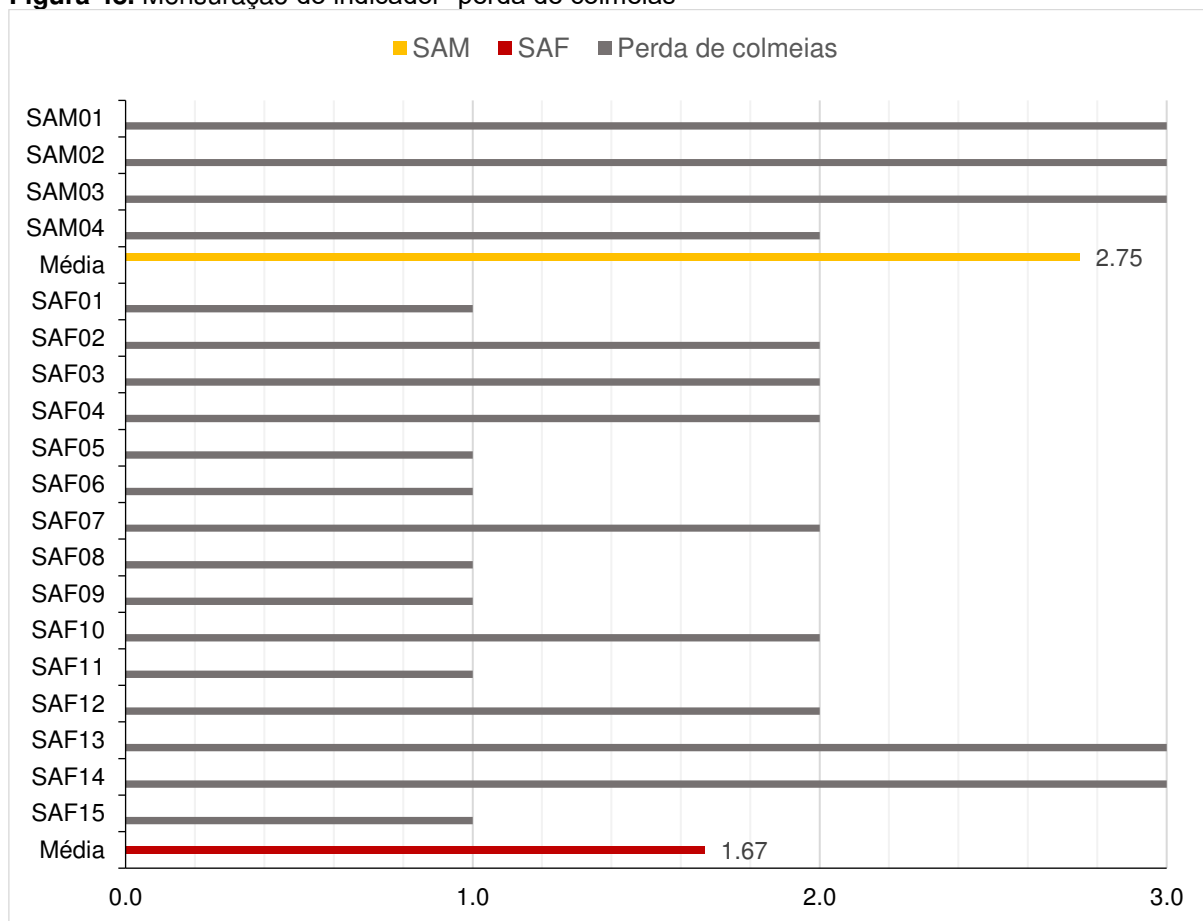
Em nível global, a perda de polinizadores tem ameaçado a diversidade de plantas silvestres e a estabilidade ecossistêmica (GARIBALDI et al. 2013), podendo ser ocasionada por motivadores potenciais, como a mudança no uso do solo, intensidade de gestão, mudanças climáticas, gestão inadequada de polinizadores, agentes patogênicos, pesticidas, culturas geneticamente modificadas e espécies exóticas invasoras (POTTS et al., 2016). No caso específica da apicultura, Lorenzon et al. (2012) elencam diversos fatores responsáveis pela a perda de colônias de abelhas, dentre os quais podem ser destacados: insetos (formigas, traças, mariposas), falta de alimentação, fogo, manejo deficitário e doenças. Em relação ao Nordeste brasileiro, Vidal (2017) revela que as secas prolongadas, em particular, têm reduzido, consideravelmente, a quantidade de colônias, influenciando negativamente em indicadores econômicos. Tal inferência também é reforçada por Lorenzon et al. (2012) quando considera que a baixa produção ocasiona desdobramentos econômicos.

Nesse contexto, buscou-se através do indicador **perda de colmeias** compreender a porcentagem (%) de colmeias perdidas pelo sistema apícola, considerando a quantidade no início e no final de cada ano. Para mensuração desse indicador foram consideradas o seguinte padrão de notas: **0** - perda total de colmeias por ano (%); **1** – perda elevada de colmeias por ano (entre 60% e 99%); **2** – perda

moderada de colmeias por ano (entre 26% e 59%); e **3** – perda reduzida (até 25%) de colmeias por ano.

Os resultados do indicador perda de colmeias evidenciam que os sistemas fixistas têm se encontrado em situação mais fragilizada quando comparados com os sistemas apícolas migratórios. Considerando uma abordagem numérica, pontua-se que as notas sofreram variação menos nos sistemas migratórios (2 e 3) do que nos sistemas fixistas (1-3). Com base na média, o grupo migratório alcançou a nota de 2,75 e o grupo fixista obteve média igual à 1,67. Esses dados podem ser conferidos na Figura 48.

Figura 48. Mensuração do indicador “perda de colmeias”



Fonte: Dados da pesquisa (2016 e 2017).

Nota: a barra destacada de amarelo representa a média dos valores atribuídos ao indicador “perda de colmeias” dos sistemas apícolas migratórios (SAM), enquanto a barra vermelha revela a média dos sistemas apícolas fixos (SAF) para o mesmo indicador.

Registra-se que o grupo fixista apresentou perda média de 43% (com desvio padrão de 19,58) das colmeias, enquanto o grupo migratório obteve perda média de 13% (com desvio padrão de 7,53), considerando a média dos anos de 2016 e 2017. Na

perspectiva dos apicultores fixistas, o grande problema da perda, sendo revelado na Figura 49 pelas caixas racionais desocupadas, tem sido atribuído ao período de estiagem.

Figura 49. Caixas de abelhas despovoadas



Fotos: Carlos Antonio Lira Felipe Neto (2017).

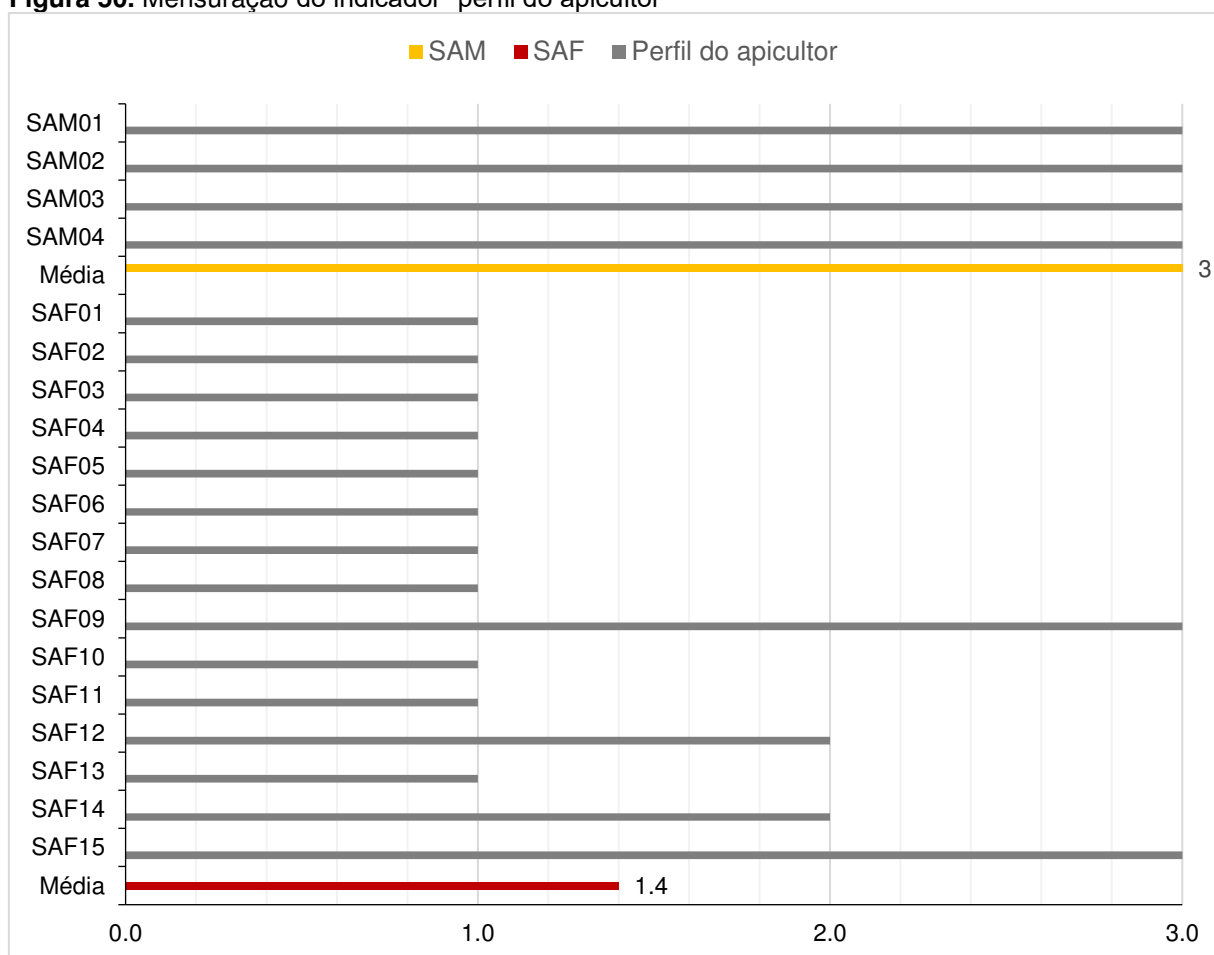
Nota: **A** – Colmeias despovoadas (SAF15); **B** – Colmeias despovoadas (SAF04); **C** – Colmeias despovoadas (SAF06); e **D** – Colmeias despovoadas (SAF08).

No caso do grupo migratório, a variabilidade climática da região também foi mencionada, porém o roubo de colmeias tem se configurado como o problema mais atual de acordo com a percepção dos apicultores responsáveis pela apicultura migratória (100%). Como observado, a perda de colmeias tem diversas causas, as quais têm afetado de forma reduzida ou significativa a manutenção dos sistemas apícolas e seus benefícios para os apicultores, trazendo consigo prejuízos para a sustentabilidade da atividade apícola.

5.4.1.3.6 Perfil do apicultor

O conhecimento da quantidade de colmeias por apicultor contribui para a caracterização do quadro atual do porte dos sistemas apícolas (OLIVEIRA et al., 2007). Nesse contexto, o indicador **perfil do apicultor** buscou revelar o número de colmeias povoadas durante o ano. A quantificação desse indicador foi realizada de acordo com a escala de notas (FACHINI et al., 2010; LORENZON et al., 2012), conforme apresenta-se a seguir: **0** – sistema apícola composto por até 10 colmeias povoadas (porte muito pequeno); **1** – sistema apícola comportando entre 11 e 50 colmeias povoadas (porte pequeno); **2** – sistema apícola comportando entre 51 e 200 colmeias (porte médio); e **3** – sistema apícola comportando mais de 200 colmeias (porte grande). Os resultados da atribuição de notas encontram-se na Figura 50.

Figura 50. Mensuração do indicador “perfil do apicultor”



Fonte: Dados da pesquisa (2016 e 2017).

Nota: a barra destacada em amarelo representa a média dos valores atribuídos ao indicador “perfil do apicultor” dos sistemas apícolas migratórios (SAM), enquanto a barra vermelha revela a média dos sistemas apícolas fixos (SAF) para o mesmo indicador.

Em outras palavras, os sistemas migratórios apresentaram uma média de 619 colmeias por apicultor (com desvio padrão de 330,42), evidenciando assim, que o seu desempenho foi superior ao observado pelos sistemas fixistas, os quais apresentaram uma média de 60 colmeias por apicultor (com desvio padrão de 67,80). Diante da realidade posta, as notas atribuídas ao grupo migratório não sofreram variação, enquanto as notas dos grupos fixistas oscilaram entre 1 e 3. Em relação à média, os sistemas migratórios obtiveram valor correspondente à 3, já os sistemas fixistas apresentaram média equivalente à 1,4.

De acordo com Lorenzon et al. (2012) a lotação média por apicultor fica em torno de 25 a 33 colmeias. Em estudo realizado no Sertão Paraibano, a maioria dos apicultores mencionaram ter entre 10 e 50 colmeias, enquanto uma parcela menor afirmou ter acima de 50 colmeias (OLIVEIRA, 2015). Tais valores mencionados estão bem abaixo do número de colmeias pertencentes ao grupo de apicultores migratórios, pois a apicultrora migratória não foi abordada nos estudos mencionados. Sendo, portanto, um estudo pioneiro sobre a sustentabilidade da apicultura migratória no Nordeste brasileiro. Para Lorenzon et al. (2012) quanto maior o porte do produtor, maior será sua produtividade, o que pode garantir o seu sustento e a viabilidade do seu negócio. Esse entendimento ganha respaldo com os dados do presente estudo, especialmente, relacionados ao desempenho econômico dos sistemas migratórios, os quais têm garantido o sustento, como fonte de renda principal, das famílias apicultroras.

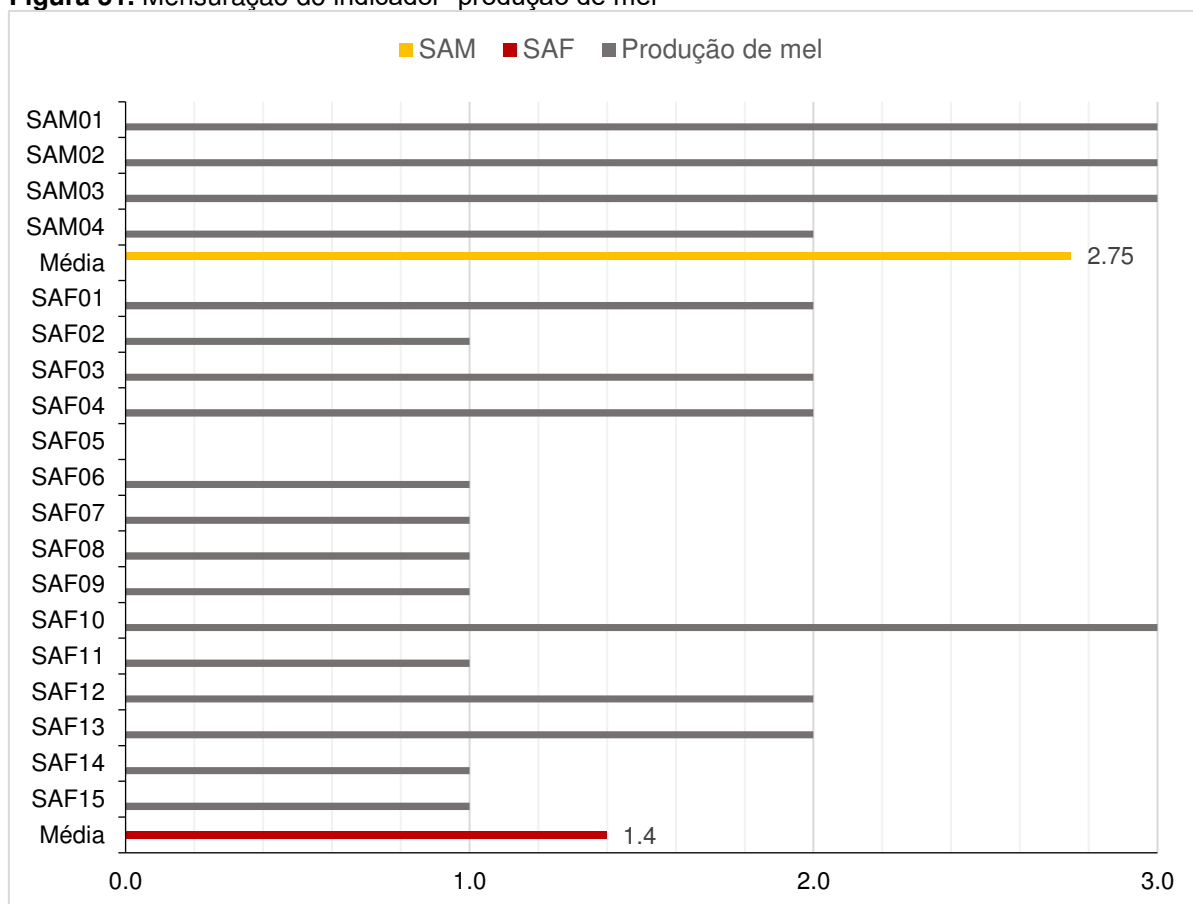
5.4.1.3.7 Produção de mel

No Brasil, a produção de mel tem representado como principal atividade de exploração econômica da apicultura, gerando oportunidades para a agricultura familiar na região nordeste do país (CAMARGO et al., 2002; COSTA, 2015). Entretanto, diversos fatores têm afetado a queda da sua produtividade, podendo ser mencionado: perdas de colmeias, esgotamento dos recursos naturais, deficiências do manejo e da tecnologia apícola (KOSHIYAMA; LORENZON; TASSINARI, 2011; LORENZON et al., 2012). Em experiência desenvolvida na Paraíba, Costa (2015) aponta os seguintes agravantes: prática de pecuária na proximidade de apiários, falta de manejo das

melgueiras, falta de higiene durante o processo de beneficiamento do mel, carência de calendário de floradas e localização inadequada de apiários.

Considerando essa problemática, o indicador **produção de mel** buscou representar o nível de produtividade de mel (kg) por colmeia, calculada com base na divisão da produção total pelo perfil do apicultor e considerando a média entre 2016 e 2017. Para estimar esse indicador, empregou-se a escala de notas com base no estudo de Koshiyama, Lorenzon e Tassinari (2011), a qual foi adotada da seguinte forma: **0** – colmeia sem capacidade produtiva; **1** – capacidade produtiva até 10 kg de mel por colmeia; **2** – capacidade produtiva entre 11 kg e 20 kg de mel por colmeia; **3** – capacidade produtiva acima de 20 kg de mel por colmeia. O resultado da atribuição de notas pode ser visualizado na Figura 51.

Figura 51. Mensuração do indicador “produção de mel”



Fonte: Dados da pesquisa (2016 e 2017).

Nota: a barra destacada em amarelo representa a média dos valores atribuídos ao indicador “produção de mel” dos sistemas apícolas migratórios (SAM), enquanto a barra vermelha revela a média dos sistemas apícolas fixos (SAF) para o mesmo indicador.

O indicador produção de mel apontou um favorecimento elevado de desempenho do sistema migratório em razão do fixista. Nesse sentido, Ribeiro et al. (2007), investigando a produção de mel entre apicultura migratória em cultivo irrigado e apicultura fixa em área de sequeiro em Petrolina, Pernambuco, verificaram que a apicultura migratória apresentou maior produtividade, sugerindo que sua produção pode ser mantida durante todo o ano.

Em termos numéricos, a atribuição de notas do grupo fixista variou entre 2 e 3 com média de 2,75, enquanto as notas do grupo migratório tiveram variação entre 0 e 3, com média de 1,4 (Figura 51). Esses resultados são fundamentados pelos dados quantitativos coletados em campo. Ou seja, o grupo migratório alcançou a média de 36,78 kg de mel/colmeia/ano (com desvio padrão de 17,61), já o grupo fixista obteve a média de produção de mel equivalente à 9,54 kg/colmeia/ano (com desvio padrão de 6,77). Em estudo realizado no sertão da Paraíba, a produtividade média anual de mel por colmeia teve variação entre 11 kg e 30 kg (OLIVEIRA, 2015). Este autor identificou, também, com base na percepção dos apicultores, que o maior problema na produção apícola tem sido as condições climáticas da região, condição reforçada por Vidal (2017) e 100% dos apicultores fixistas do estudo em tela.

5.4.1.3.8 Custo de produção

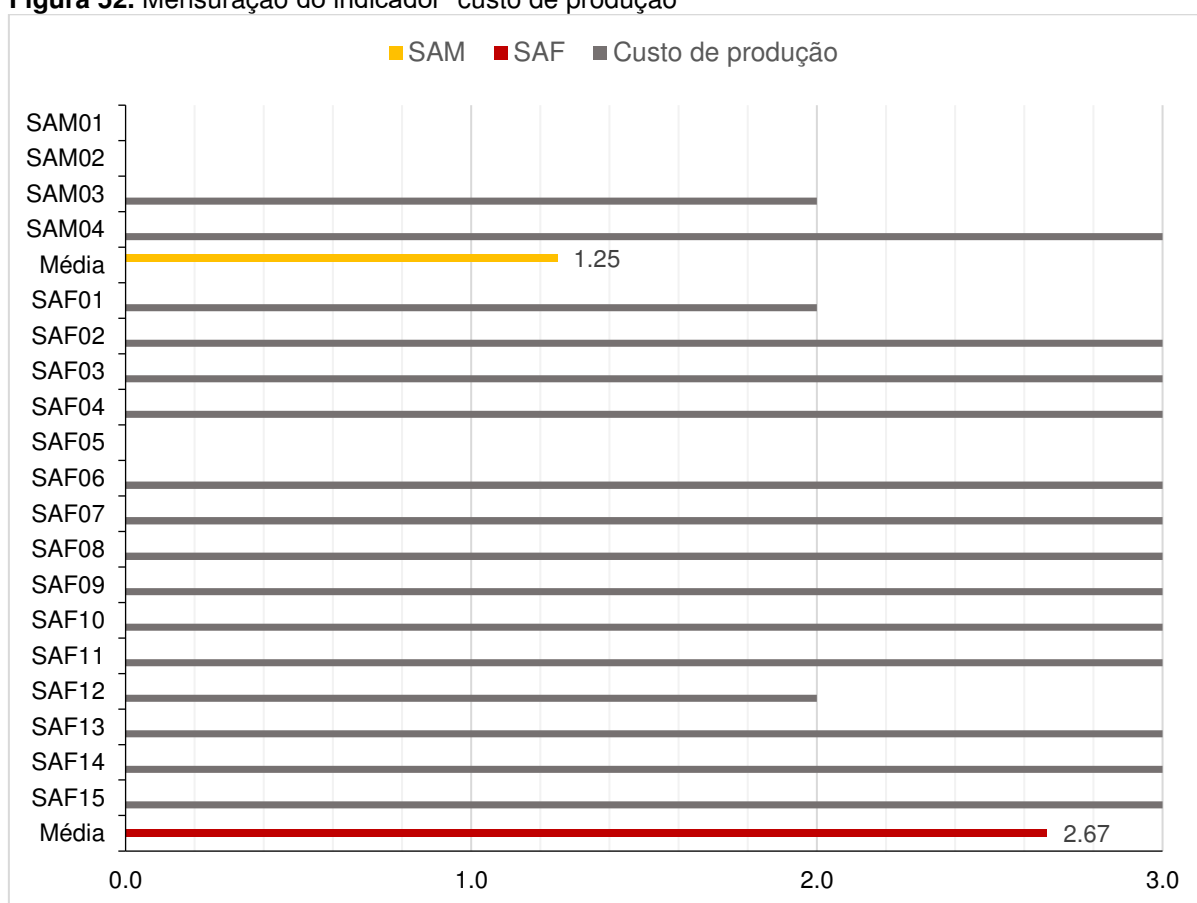
A saúde financeira de qualquer atividade produtiva necessita de um sistema de controle que seja capaz de regular a entrada e a saída (LORENZON et al., 2012). Em relação aos insumos (*inputs*), o apicultor precisa ficar atento às necessidades do sistema, requerendo, dessa forma, custos financeiros para manutenção da produção. Em outra perspectiva, a grande dependência por insumos externos, energeticamente onerosos e esgotáveis, podem desestabilizar os ecossistemas, influenciando negativamente sobre a sustentabilidade (KOZIOSKI; CIOCCA, 2000).

Nesse contexto, o indicador custo de produção foi proposto para revelar o nível de custo produtivo com insumos para abastecimento dos sistemas apícolas investigados. Para sua mensuração foi adotada a seguinte escala de notas: **0** – custo de produção elevado (acima de R\$150/colmeia/ano); **1** – custo de produção moderado (entre R\$101/colmeia/ano e R\$150/colmeia/ano); **2** – custo de produção baixo (entre

R\$51/colmeia/ano e R\$100/colmeia/ano); **3** – custo de produção reduzido (máximo de R\$50/colmeia/ano).

O indicador custo de produção revelou desempenho mais favorável dos sistemas apícolas fixistas, quando comparado com a performance dos sistemas migratórios. Em termos numéricos, o grupo migratório, assim como o grupo fixista apresentaram variações de notas atribuídas entre 0 e 3. Em relação à média, os sistemas apícolas migratórios obtiveram 1,25, enquanto os sistemas fixistas alcançaram a média de 2,67. Tais informações podem ser observadas na Figura 52.

Figura 52. Mensuração do indicador “custo de produção”



Fonte: Dados da pesquisa (2016 e 2017).

Nota: a barra destacada em amarelo representa a média dos valores atribuídos ao indicador “custo de produção” dos sistemas apícolas migratórios (SAM), enquanto a barra vermelha revela a média dos sistemas apícolas fixos (SAF) para o mesmo indicador.

Em resumo, os resultados do indicador custo de produção evidenciam que o grupo de apicultores fixistas apresentou menor custo de produção, revelando importantes contribuições para a sustentabilidade apícola. No caso dos apicultores fixos os custos ficam em torno de R\$32,32/colmeia/ano (com desvio padrão de 42,84),

já os apicultores migratórios apresentaram custo médio de R\$110,27/colmeia/ano (com desvio padrão de 64,30). O que sobrecarregou o grupo migratório foi o transporte das colmeias pelas rotas de migração (rever Figuras 17 e 18), pois tem exigido o uso de automóveis de grande porte (Figura 53), bem como maior necessidade de insumos para manutenção do manejo e mão-de-obra temporária.

Figura 53. Caminhões utilizados no transporte de colmeias pelo Nordeste brasileiro



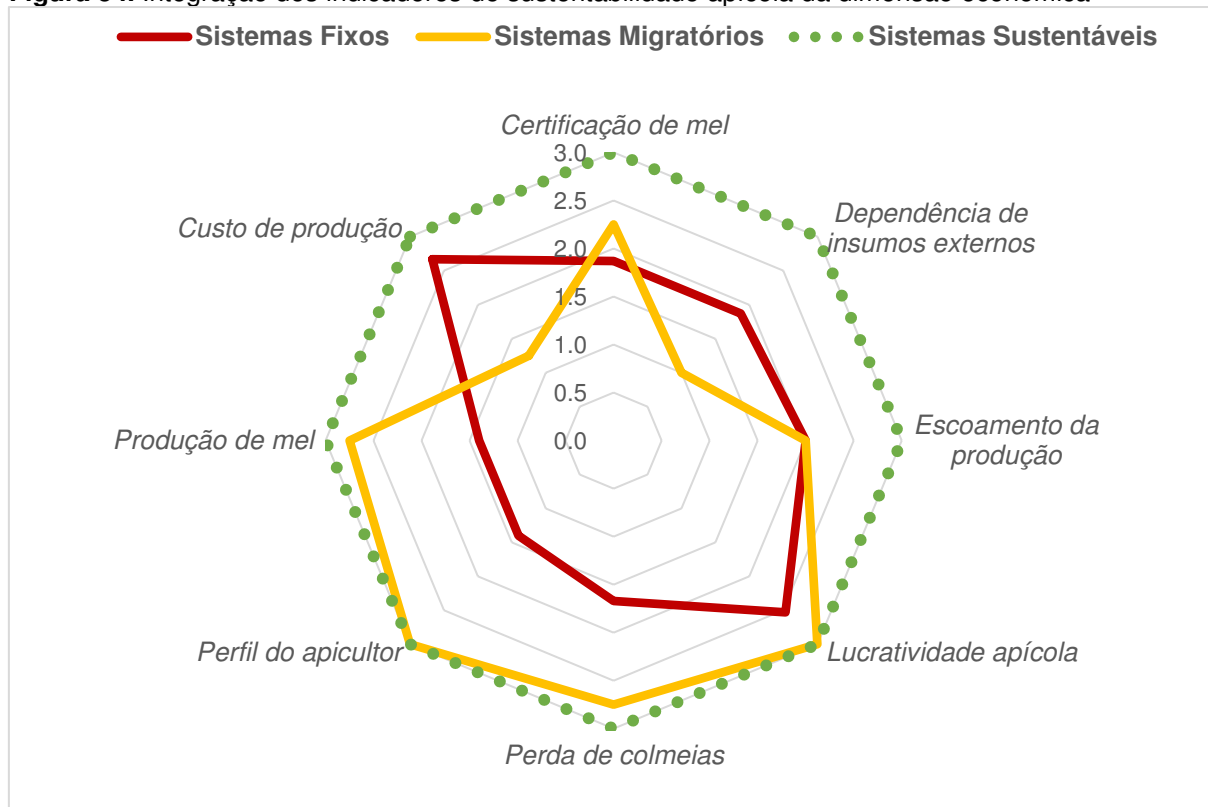
Fotos: Apicultor responsável pelo SAM02 (2018).

O indicador custo de produção, associado com sete indicadores, contribuiu para a revelação do nível de sustentabilidade representada pela dimensão econômica, evidenciando fragilidades e potencialidades tanto dos sistemas apícolas fixistas quanto dos sistemas apícolas migratórios. A Figura 54 representa de forma globalizada a situação de cada um dos indicadores pertencentes à dimensão econômica.

É possível identificar que o grupo migratório apresentou bons desempenhos nos indicadores certificação de mel, lucratividade apícola, perda de colmeias, perfil do apicultor e produção de mel, porém, observou-se também alguns entraves revelados, de forma mais intensa, pelos indicadores custo de produção e dependência de insumos externos. Acrescenta-se, ainda, sobre esse grupo, que os indicadores escoamento da produção e certificação precisam ser maximizados a fim de elevar o nível de sustentabilidade desses sistemas. No caso dos sistemas apícolas fixistas, a situação se apresentou mais favorável nos indicadores lucratividade apícola e custo de produção. Por outro lado, também foi demonstrado que alguns indicadores

precisam ser potencializados, evitando o risco de reduzir seus níveis de sustentabilidade

Figura 54. Integração dos indicadores de sustentabilidade apícola da dimensão econômica



Fonte: dados da pesquisa (2018).

Com o desfecho do desempenho dos indicadores econômicos, completa-se o tripé da sustentabilidade, a qual pôde ser evidenciada, neste estudo, pelo comportamento de 25 indicadores representantes das dimensões ambiental, social e econômica. Através desse conjunto de indicadores, os modelos distintos de apicultura desenvolvidos, sobretudo, na região semiárida do Brasil, puderam ser comparados, indicando as deficiências e, ao mesmo, apontando para os aspectos fortalecedores de cada proposta, seja ela fixa seja ela migratória. Esses resultados não se encerram por aqui, pois ainda falta o processo de ponderação, a ser apresentado a seguir.

5.5 APRESENTAÇÃO E INTEGRAÇÃO DOS RESULTADOS (5º PASSO)

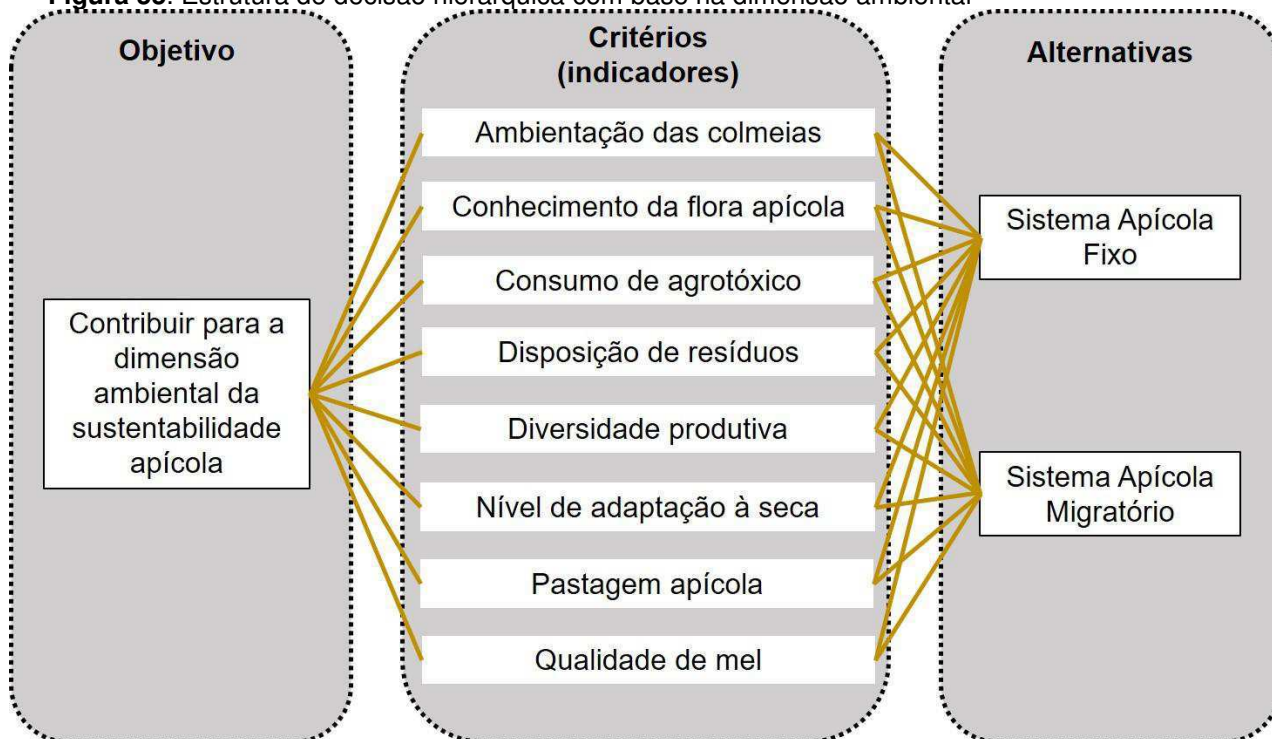
Nesta seção, apresenta-se os resultados levantados a partir do procedimento de ponderação dos indicadores com base no Método de Análise Hierárquica (AHP). Enfatiza-se, ainda, que os resultados estão sendo apresentados de acordo com a

dimensão, como já explicitado nos procedimentos metodológicos. Lembra-se, também, que o AHP exige três etapas, são elas: estruturação de decisão hierárquica, definição de prioridades (construção de matrizes) e consistência lógica para validação dos pesos. Revela-se, porém, por questões de simplificação e de formatação, optou-se por apresentar os principais resultados, ficando as demais complementações no Apêndice A, situado na parte final deste estudo.

5.5.1 Dimensão ambiental

A dimensão ambiental da sustentabilidade apícola foi representada, estrategicamente, a partir de níveis hierárquicos (Figura 55), conforme descreve Costa et al. (2007). Seguindo esse entendimento, o primeiro nível hierárquico corresponde ao objetivo para tomada de decisão, sendo (neste caso particular): contribuir para a dimensão ambiental da sustentabilidade apícola. O segundo nível da hierarquia correspondeu aos critérios, ou seja, aos oito indicadores de sustentabilidade apícola. Por último, o terceiro nível hierárquico, considerando a abordagem deste estudo, compete as alternativas consideradas para o alcance do objetivo, isto é, sistema apícola fixista e sistema apícola migratório.

Figura 55. Estrutura de decisão hierárquica com base na dimensão ambiental



Fonte: dados da pesquisa (2018).

A construção da hierarquia do problema, auxiliou na elaboração das matrizes de prioridades e nos pesos de cada indicador, o qual foi validado pela Razão de Consistência ($RC < 0,10$). Os pesos de cada indicador da dimensão ambiental, a média das notas atribuídas a cada um deles e a nota ponderada de cada alternativa (fixista e migratória), encontram-se organizados na Tabela 07.

Tabela 07. Resultado ponderado da dimensão ambiental

Indicadores apícolas ambientais	Vetor de prioridade (Peso)	Dimensão Ambiental					
		Sistemas apícolas fixistas		Sistemas apícolas migratórios		Sistemas apícolas sustentáveis	
		Média atribuída	Nota ponderada	Média atribuída	Nota ponderada	Média desejada	Nota ponderada
<i>Ambientação das colmeias</i>	0,08	2,07	0,17	2,50	0,20	3,00	0,24
<i>Conhecimento da flora apícola</i>	0,08	2,20	0,18	2,25	0,18	3,00	0,24
<i>Consumo de agrotóxico</i>	0,35	1,13	0,40	3,00	1,05	3,00	1,05
<i>Disposição de resíduos</i>	0,12	1,87	0,22	2,25	0,27	3,00	0,36
<i>Diversidade produtiva</i>	0,07	1,53	0,11	2,00	0,14	3,00	0,21
<i>Nível de adaptação à seca</i>	0,13	1,67	0,22	3,00	0,39	3,00	0,39
<i>Pastagem apícola</i>	0,10	2,33	0,23	2,75	0,28	3,00	0,30
<i>Qualidade de mel</i>	0,07	1,77	0,12	1,75	0,12	3,00	0,21
TOTAL	1,00	14,57	1,64	19,50	2,63	24,00	3,00

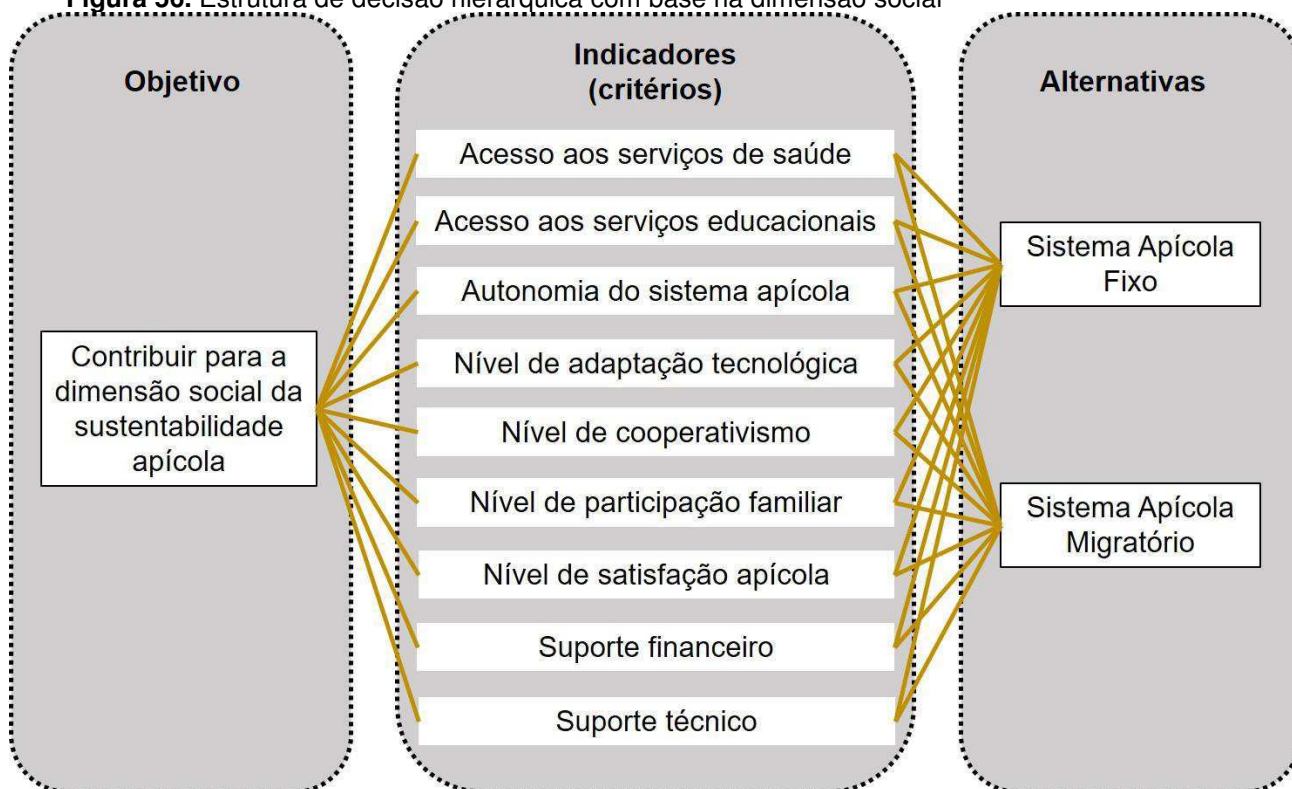
Fonte: dados da pesquisa (2018).

É necessário esclarecer que os sistemas apícolas sustentáveis demonstram apenas a perspectiva de uma proposta ideal, configurando-se como um modelo padrão de sustentabilidade para a atividade apícola. Através desse padrão pode ser observado o desempenho dos sistemas fixistas e migratórios, ou seja, quais indicadores se aproximam e quais se afastam desse sistema sustentável, considerando a perspectiva ou dimensão ambiental. Com base nisso, evidencia-se que a soma ponderada (2,63) representou 88% do valor ideal (3,00), um resultado considerável. Em relação aos sistemas fixistas, foi observado que sua soma ponderada (1,64) apresentou aproximadamente 55% do valor de referência de sustentabilidade, o que precisa ser melhorado. A seguir, descreve-se os resultados ponderados da dimensão social.

5.5.2 Dimensão social

A dimensão social da sustentabilidade apícola foi organizada a partir de três níveis hierárquicos, conforme pode ser observada na Figura 56. O primeiro nível hierárquico conferiu o objetivo da proposta: contribuir para a dimensão social da sustentabilidade apícola. O segundo nível abordou os nove indicadores de sustentabilidade (acesso aos serviços de saúde, acesso aos serviços educacionais, autonomia do sistema apícola, nível de adaptação tecnológica, nível de cooperativismo, nível de participação familiar, nível de satisfação apícola, suporte financeiro e suporte técnico), adotado pela ferramenta AHP como critérios, caracterizando-a como um método de análise multicritério. Por fim, o terceiro nível hierárquico, traz as duas alternativas: sistema apícola fixista e sistema apícola migratório.

Figura 56. Estrutura de decisão hierárquica com base na dimensão social



Fonte: dados da pesquisa (2018).

A Tabela 08 apresenta o resumo dos resultados ponderados da dimensão social, na qual é possível observar o vetor de prioridade (peso) de cada indicador, obtido pela matriz de prioridades, a média dos valores atribuídos a cada um dos nove indicadores dessa dimensão e o valor total (somas das médias atribuídas e soma das notas ponderadas) de cada proposta ou alternativa, isto é, sistemas apícolas fixos,

sistemas apícolas migratórios e sistemas apícolas sustentáveis. Este, por sua vez, representa o modelo ideal de sustentabilidade da dimensão social.

Tabela 08. Resultado ponderado da dimensão social

Indicadores apícolas sociais	Vetor de prioridade (peso)	Dimensão Social					
		Sistemas apícolas fixos		Sistemas apícolas migratórios		Sistemas apícolas sustentáveis	
		Média atribuída	Nota ponderada	Média atribuída	Nota ponderada	Média desejada	Nota ponderada
<i>Acesso aos serviços de saúde</i>	0,21	2,33	0,49	2,25	0,47	3,00	0,63
<i>Acesso aos serviços educacionais</i>	0,11	2,47	0,27	2,75	0,30	3,00	0,33
<i>Autonomia do sistema apícola</i>	0,16	1,73	0,28	3,00	0,48	3,00	0,48
<i>Nível de adaptação tecnológica</i>	0,10	1,93	0,19	3,00	0,30	3,00	0,30
<i>Nível de cooperativismo</i>	0,06	2,20	0,13	2,75	0,17	3,00	0,18
<i>Nível de participação familiar</i>	0,08	1,27	0,10	1,25	0,10	3,00	0,24
<i>Nível de satisfação apícola</i>	0,15	2,00	0,30	3,00	0,45	3,00	0,45
<i>Suporte financeiro</i>	0,05	1,13	0,06	2,25	0,11	3,00	0,15
<i>Suporte técnico</i>	0,08	0,47	0,04	0,25	0,02	3,00	0,24
TOTAL	1,00	15,53	1,86	20,50	2,40	27,00	3,00

Fonte: dados da pesquisa (2018).

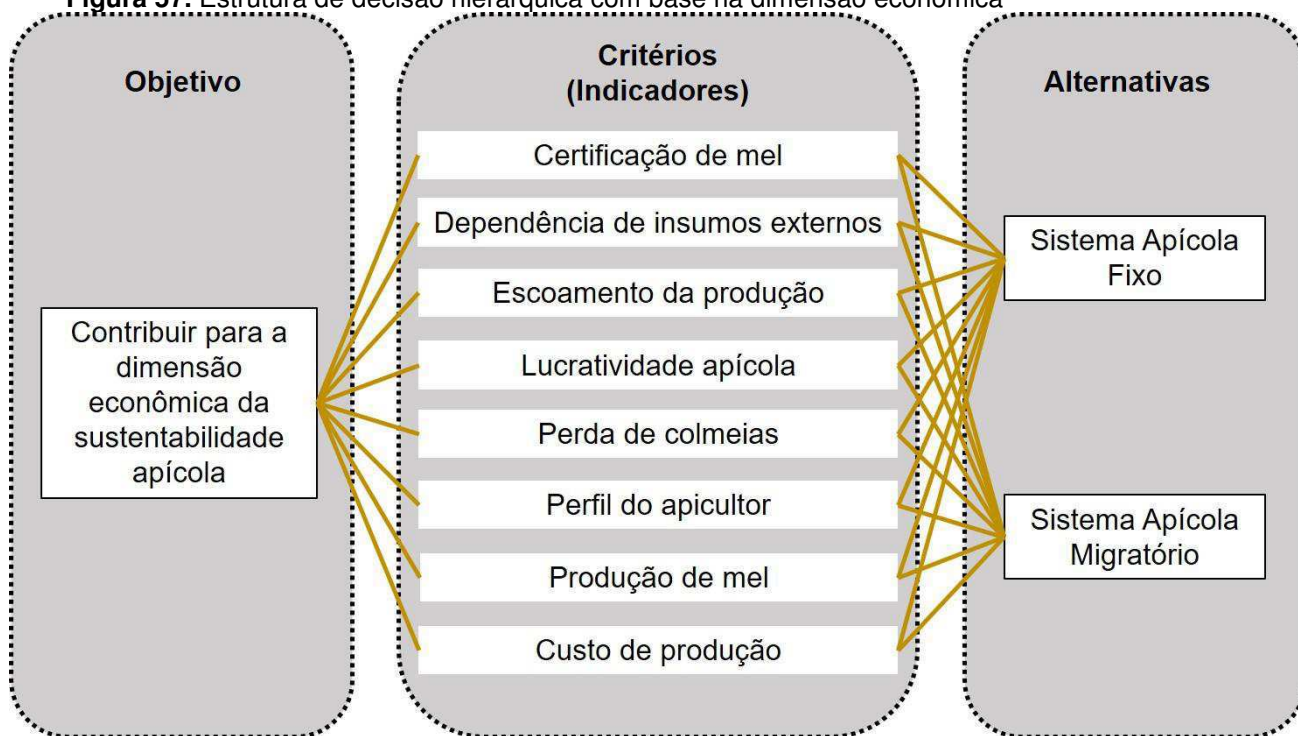
Com base nesses dados, revela-se que a soma ponderada dos sistemas fixistas (1,86) retratou 62% da soma ponderada (3,00) do modelo padrão de sustentabilidade apícola, adotado pelo presente estudo. No caso dos sistemas apícolas migratórios, observou-se que seu desempenho (2,40) representou 80% do valor ideal (3,00), caracterizado pela dimensão social dos sistemas apícolas sustentáveis. Essas duas realidades apontam que o grupo migratório se encontrou mais próximo da sustentabilidade desejada do que o grupo fixista. Sendo assim, medidas de correção devem adotadas, principalmente, pelos apicultores fixistas a fim de elevar seu nível de sustentabilidade. Adiante, apresenta-se o desfecho dos resultados ponderados na perspectiva da dimensão econômica.

5.5.3 Dimensão econômica

Assim como nas dimensões apresentadas anteriormente, a estrutura de decisão hierárquica da dimensão econômica foi estabelecida em três níveis, como pode ser observado na Figura 57. O primeiro representa o objetivo, ou seja, contribuir

para a dimensão econômica da sustentabilidade apícola. O segundo nível de hierarquia revela os indicadores (critérios) utilizados na condução da tomada de decisão. Já o terceiro nível aponta as alternativas comparadas, isto é, o modelo fixista e o modelo migratório.

Figura 57. Estrutura de decisão hierárquica com base na dimensão econômica



Fonte: dados da pesquisa (2018).

Resume-se na Tabela 09, os vetores de prioridade (pesos) de cada um dos oito indicadores de sustentabilidade da dimensão econômica. Apresenta-se, também, as médias das notas atribuídas e as notas ponderadas para cada esses indicadores. Esses dados foram retratados considerando os modelos analisados (sistemas apícolas fixistas e sistemas apícolas migratórios), bem como para o modelo padrão (sistemas apícolas sustentáveis), o qual evidencia o nível ideal de sustentabilidade para a atividade apícola no Semiárido brasileiro. Os resultados apontam que os sistemas apícolas migratórios apresentaram soma ponderada correspondente à 2,40, demonstrando que seu desempenho correspondeu a 80% do valor idealizado para sistemas apícolas sustentáveis. Por outro lado, os sistemas apícolas fixistas representaram 67%, com base na sua soma ponderada (2,00), do valor ótimo de sustentabilidade apícola (3,00), considerando a dimensão econômica.

Tabela 09. Resultado ponderado da dimensão econômica

Indicadores apícolas econômicos	Vetor de prioridade (Peso)	Dimensão Econômica					
		Sistemas apícolas fixistas		Sistemas apícolas migratórios		Sistemas apícolas sustentáveis	
		Média atribuída	Nota ponderada	Média atribuída	Nota ponderada	Média desejada	Nota ponderada
<i>Certificação de mel</i>	0,08	1,87	0,15	2,25	0,18	3,00	0,24
<i>Dependência de insumos externos</i>	0,05	1,87	0,09	1,00	0,05	3,00	0,15
<i>Escoamento da produção</i>	0,08	2,00	0,15	2,00	0,15	3,00	0,23
<i>Lucratividade apícola</i>	0,14	2,53	0,35	3,00	0,42	3,00	0,42
<i>Perda de colmeias</i>	0,31	1,67	0,52	2,75	0,85	3,00	0,93
<i>Perfil do apicultor</i>	0,06	1,40	0,08	3,00	0,18	3,00	0,18
<i>Produção de mel</i>	0,12	1,40	0,17	2,75	0,33	3,00	0,36
<i>Custo de produção</i>	0,17	2,67	0,45	1,25	0,21	3,00	0,51
TOTAL	1,00	15,40	2,00	18,00	2,40	24,00	3,00

Fonte: dados da pesquisa (2018).

Esses dados evidenciam que os sistemas apícolas migratórios apresentaram melhor desempenho econômico do que os sistemas apícolas fixistas, na perspectiva dos oito indicadores de sustentabilidade selecionados. Explora-se, ainda, dessa conjuntura, que os indicadores responsáveis pela potencialidade do grupo migratório foram lucratividade apícola, perda de colmeias, perfil do apicultor e produção de mel, sendo suas principais fragilidades apontadas pelos seguintes indicadores: dependência de insumos externos e custo de produção. Com base na realidade do grupo fixista, os indicadores lucratividade apícola e custo de produção tiveram resultados potenciais, tendo seus piores desempenhos revelados pelos seguintes indicadores: perdas de colmeias, perfil do apicultor e produção de mel. Na próxima subseção, apresenta-se a concepção dos índices de sustentabilidade apícola.

5.5.4 Concepção dos índices de sustentabilidade apícolas

Essa integração revela a simplificação ou o afunilamento dos dados primários coletados durante as pesquisas de campo, permitindo o direcionamento dos subíndices ambiental, social e econômico, e conseqüentemente a elucidação dos índices finais de sustentabilidade apícola. Em outras palavras, é neste momento que os indicadores apícolas são integralizados em subíndices, obedecendo a dimensão da sustentabilidade a qual cada um pertence. Em seguida, os subíndices originados a partir da normalização (0-1) da soma ponderada (total das notas ponderadas de

cada indicador), sinalizam a formulação do que se denomina, nesta Tese, de índice de sustentabilidade apícola fixista e índice de sustentabilidade apícola migratório. Na Tabela 10 é possível identificar o desdobramento desse processo.

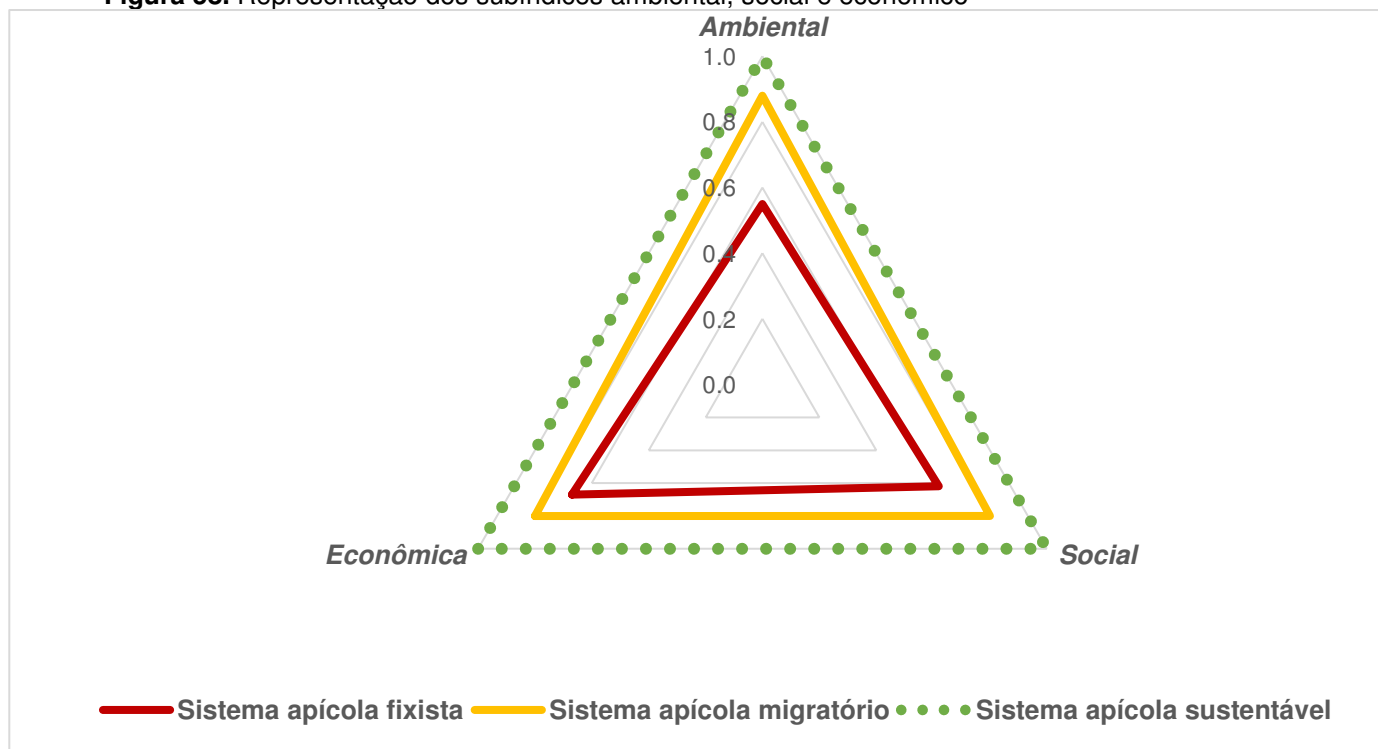
Tabela 10. Apresentação dos subíndices e índices dos sistemas apícolas fixista e migratório

Dimensões da sustentabilidade	Sistema apícola fixo		Sistema apícola migratório	
	Soma ponderada	Subíndice	Soma ponderada	Subíndice
<i>Ambiental</i>	1,64	0,55	2,63	0,88
<i>Social</i>	1,86	0,62	2,40	0,80
<i>Econômica</i>	2,00	0,67	2,40	0,80
	Índice SAF	0,61	Índice SAM	0,83

Fonte: dados da pesquisa (2018).

Os subíndices apontam que os sistemas SAM apresentaram desempenhos favoráveis nas três dimensões da sustentabilidade, quando comparados com os SAF. O melhor desempenho do grupo migratório foi observado na dimensão ambiental (0,88), tendo as dimensões social e econômica desempenhos equivalentes (0,80). Já o grupo fixista apresentou melhor desempenho na dimensão econômica (0,67), seguida pelas dimensões social (0,62) e ambiental (0,55) (Figura 58).

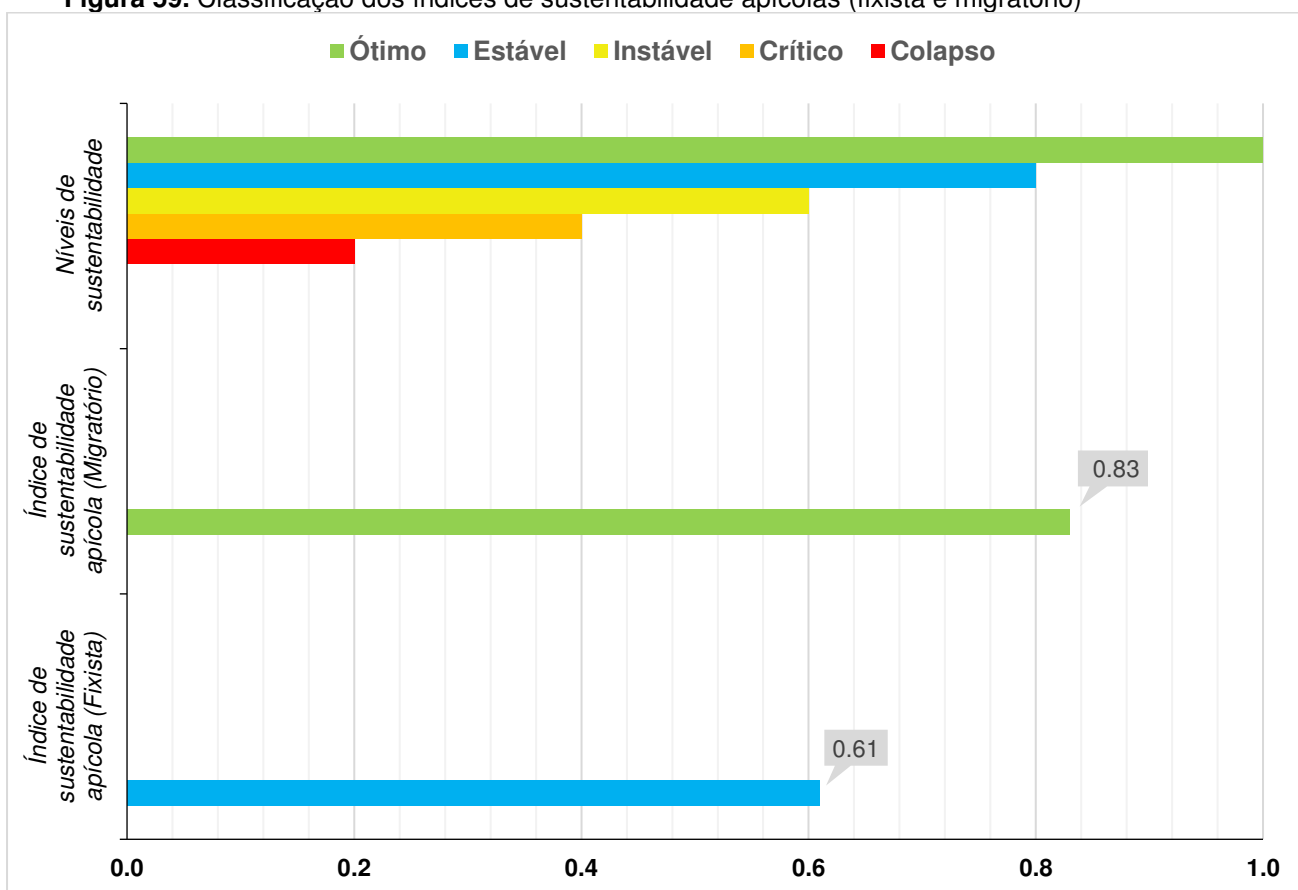
Figura 58. Representação dos subíndices ambiental, social e econômico



Fonte: dados da pesquisa (2018).

Com base na concepção dos índices, os sistemas migratórios apresentaram um índice de sustentabilidade equivalente à 0,83, já os sistemas fixistas alcançaram um índice de 0,61, conforme pode ser revisto na Tabela 10. O desempenho favorável do grupo migratório o classifica em uma situação ótima de sustentabilidade (demonstrada pela cor verde), enquanto que o desempenho do grupo migratório permitiu estabelecê-lo na situação estável de sustentabilidade (revelada pela cor azul). A classificação, aqui adotada, obedeceu aos fundamentos de Sepúlveda (2008) na busca pela simplificação da apresentação dos resultados, como pode ser observado na Figura 59.

Figura 59. Classificação dos índices de sustentabilidade apícolas (fixista e migratório)



Fonte: dados da pesquisa (2018).

Os resultados, evidenciados até aqui, atestam que o desempenho dos sistemas apícolas migratórios é superior, ou seja, mais favorável do que o desempenho dos sistemas apícolas, considerando, é claro, os 25 indicadores propostos e a realidade vivenciada por eles no recorte temporal deste estudo. Poucos estudos sobre a sustentabilidade apícola no Nordeste brasileiro podem ser identificados na literatura

(OLIVERIA et al., 2007; PINHEIRO, 2011; SOUSA, 2013; BORGES et al., 2014). Registra-se, porém, que nenhum deles realizou uma avaliação comparativa entre sistemas fixistas e migratórios e nem utilizaram a ferramenta MESMIS como procedimento metodológico, como apresentado por esta Tese.

Ademais, o resultado final do estudo em tela é consubstanciado estatisticamente. Em outras palavras, a aplicação do Teste U de Mann-Whitney (também descrito como *Wilcoxon Rank-Sun Test*) com os índices de sustentabilidade dos sistemas apícolas investigados promoveu informações pertinentes para o desfecho desta Tese, conforme podem ser observadas na Tabela 11. Nesta tabela são apresentados o tamanho das amostras, as somas dos ranks, as medianas de cada grupamento apícola e os valores de U, de Z(U), de *p-valor* (unilateral) e *p-valor* (bilateral). O conjunto desses dados fundamentam a conclusão de que as propostas de criação de abelhas africanizadas (SAF e SAM) se comportaram de maneira diferente, considerando o recorte geográfico e temporal deste estudo, bem como os 25 indicadores de sustentabilidade utilizados.

Tabela 11. Resumo estatístico do Teste U de Mann-Whitney (*Wilcoxon Rank-Sun Test*)

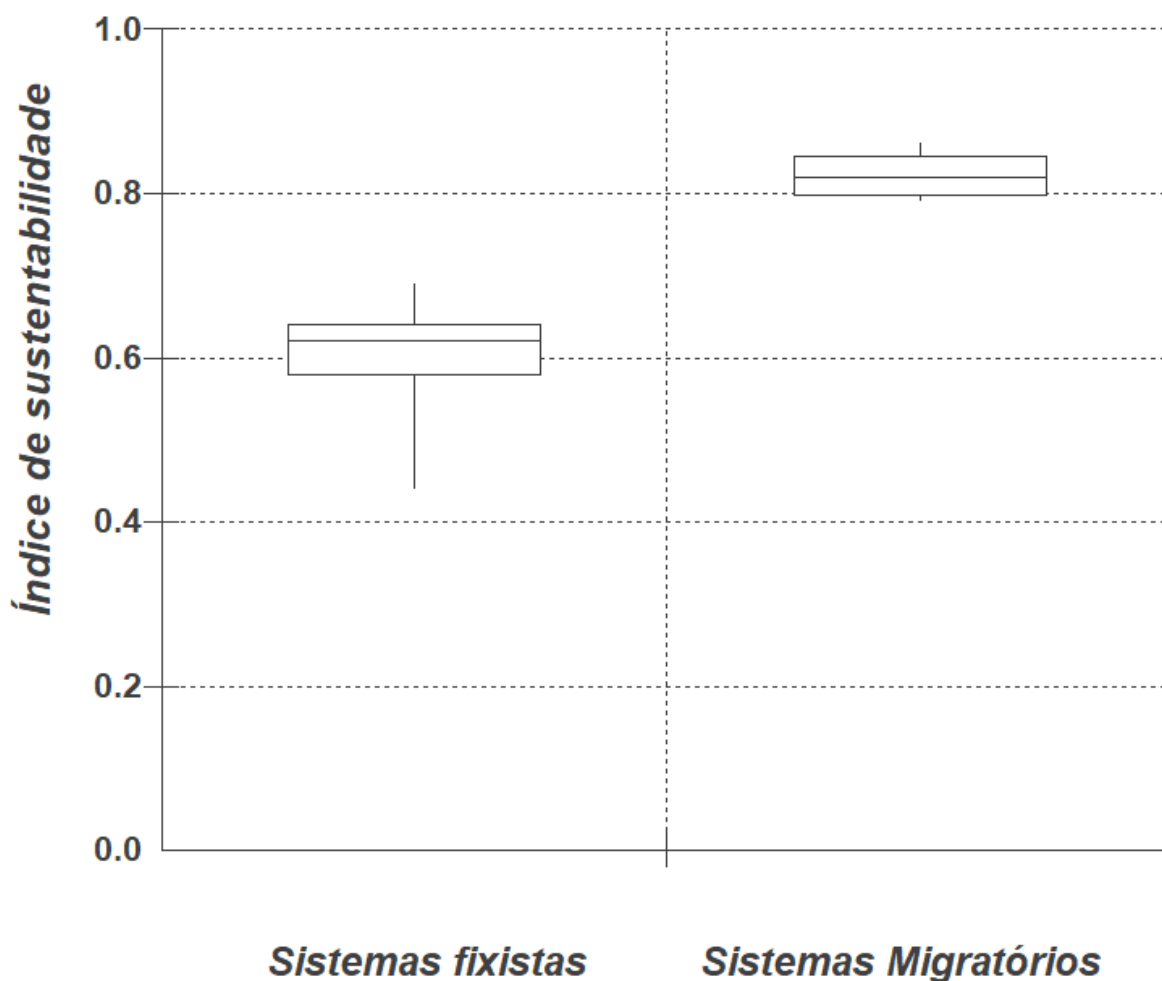
Tamanho da amostra		Soma dos ranks		Medianas		U	Z(U)	p-valor (unilateral)	p-valor (bilateral)
SAF ¹	SAM ²	SAF ¹	SAM ²	SAF ¹	SAM ²				
15	4	120,0	70,0	0,62	0,82	0,0	3,0	0,0013	0,0027

Fonte: dados da pesquisa (2018).

Notas: SAF¹ = sistema apícola fixista; SAM² = sistema apícola migratório.

Por outra forma, os resultados estatísticos revelam que a diferença é significativa ($p = 0,0013$) entre os dois modelos apícolas, sendo, portanto, inferior ao nível de significância estabelecido ($\alpha < 0,01$ para $U < 5$ com base na tabela de valores críticos de Mann-Whitney). Sendo assim, valida-se a hipótese alternativa em virtude da rejeição da hipótese nula. Evidencia-se, estatisticamente, que os sistemas apícolas migratórios apresentaram melhor desempenho de sustentabilidade quando comparados com os sistemas apícolas fixistas no Semiárido brasileiro. A Figura 60 traz uma representação gráfica desse resultado de maneira comparativa.

Figura 60. *Box plot* dos índices de sustentabilidade dos sistemas apícolas investigados



Fonte: dados da pesquisa.

O gráfico acima (Figura 60) apresenta as faixas entre quartis (caixas), a mediana (linhas pretas horizontais no interior das caixas) e o intervalo dos dados (linhas pretas verticais situadas nas superfícies superior e inferior das caixas), realçando também a diferença entre os índices de sustentabilidade dos sistemas apícolas fixistas e migratórios. Caminha-se, agora, para o último passo do MESMIS, ou seja, a apresentação conclusiva deste estudo e as sugestões contributivas para níveis mais elevados de sustentabilidade.

5.6 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES (6º PASSO)

Após a explanação dos resultados, dedica-se este momento para a conclusão e recomendações de cada dimensão da sustentabilidade (ambiental, social e econômica), último passo da ferramenta MESMIS. Tais recomendações são guiadas

pelo desempenho apresentado pelos 25 indicadores aqui selecionados. Faz-se necessário lembrar que esses indicadores foram construídos a partir da realidade dos apicultores fixistas e migratórias selecionados, residentes da Mesorregião do Sertão Paraibano.

5.6.1 Dimensão Ambiental

Os resultados da dimensão ambiental da sustentabilidade apícola, representada por oito indicadores, evidenciaram que a apicultura migratória teve um desempenho mais favorável do que a apicultura fixista. Começando pela apicultura fixista, foi constatado que o conhecimento da flora apícola e a pastagem apícola ao redor dos apiários contribuíram de forma considerável para o desempenho da sustentabilidade ambiental. Tal conclusão demonstra que a maioria dos apicultores fixos reconhecem a importância de identificar espécies vegetais melíferas e do seu período de floração para a sobrevivência das abelhas e para o desenvolvimento da atividade. Como alternativas para que essas características sejam potencializadas, recomenda-se que espécies vegetais nativas de interesse apícola sejam plantadas na proximidade dos apiários e em áreas impactadas ou degradadas, tendo um acompanhamento permanente de técnicos especializados da prefeitura local. De acordo com Scheper et al. (2013), a intensificação ecológica para melhorar a condição para os polinizadores pode ser alcançada através de ações específicas como a criação de margens de campos ricas com espécies florais. Outros estudos têm demonstrado que a combinação de áreas naturais e agrícolas pode ser fundamental para o fornecimento de recursos alimentares alternativos e de nidificação para os polinizadores (WRATTEN et al., 2012; KENNEDY et al., 2013; BENJAMIN; REILLY; WINFREE, 2014).

Outrossim, seria pertinente a elaboração de um calendário floral para a região ou para o município, desenvolvido de maneira participativa entre apicultores, técnicos municipais e acadêmicos, pois as experiências do apicultor no campo e da ciência precisam ser transformadas em ações proativas. Estudos direcionados para o reconhecimento da flora apícola têm sido indispensáveis para alcance desta estratégia de manejo (SILVA et al., 2008; BENEVIDES; CARVALHO, 2009; SALVA-MAIA et al., 2012; COSTA, 2014; SILVA et al., 2014a).

Por outro lado, a dimensão ambiental da apicultura fixista foi fragilizada em diversos aspectos, conforme estão descritos a seguir: problemas na qualidade do mel, baixa diversidade produtiva, deficiências de manejo e, principalmente, consumo de agrotóxico. No quesito qualidade de mel, recomenda-se que boas práticas sejam aplicadas, desde a localização do apiário até o envase do produto, a fim de garantir qualidade da produção, como sugerem diversos estudos (OLIVEIRA et al., 2013; MOURA et al., 2014; GOIS et al., 2015, FELIPE NETO et al., 2017). Nesse contexto, seria pertinente, cursos de curta duração realizados em parceria entre instituições de ensino e setor público, viabilizando a difusão do conhecimento adequado entre os apicultores, sobretudo, daqueles moradores da zona rural.

A baixa diversidade produtiva explorada da atividade apícola pode comprometer o desenvolvimento futuro da apicultura na região Semiárida do Brasil. A dependência dos apicultores quase que exclusivamente a produção de mel tem caminhado para a desestabilização desses sistemas produtivos, afetando a sustentabilidade desse segmento, principalmente no período seco. Registra-se, que a exploração de outros produtos apícolas (os quais não são poucos) é fundamental para elevar o nível de renda da família apicultora, contribuindo para o desenvolvimento da atividade no sistema fixista de forma permanente. A perenidade dos sistemas tem sido interrompida em virtude das grandes perdas registradas durante longas estiagens, como revelou Vidal (2017). A exploração de outros produtos apícolas no período seco ao invés do mel, poderia garantir a estabilidade das colmeias sob um manejo eficiente e duradouro. Contudo, considera-se que estudos direcionados para esse fim precisam ser realizados.

O nível de adaptação dos apicultores à seca mediante práticas de manejo demonstrou que ações precisam ser estrategicamente elaboradas, permitindo que essa convivência seja possível sem haver redução considerável no quantitativo de colmeias. Diante dessa colocação, recomenda-se que os apicultores localizem apropriadamente seus apiários sob copas de árvores nativas da região (LOPES et al. 2011), as quais sejam capazes de manter a folhagem verde durante todo o ano, destacando-se como opção, nesta ocasião, o Juazeiro (*Ziziphus joazeiro*), como mencionado por Souza (2007). A disponibilidade de água com qualidade também é fundamental para que as abelhas mantenham dentro da colônia a temperatura

desejável de desenvolvimento, principalmente no período seco. Pontua-se, ainda, que opções de alimentação suplementar devem ser fornecidas para as abelhas de forma ativa e permanente, antes mesmo que o período seco seja estabelecido na região. Para alcance desta proposta, cursos de capacitação devem ser ofertados pelas administrações públicas, instituições de ensino e organizações sociais, a fim de repassar técnicas de manejo alimentar para os apicultores. Estudos científicos têm desempenhado um papel relevante no apontamento de soluções alimentares baseadas em carboidratos e proteínas para as abelhas (PEREIRA, 2005; COELHO et al., 2008; LIMA et al., 2015; SILVA, 2018). Por outro lado, propõe-se, ainda, uma contribuição do poder público local através de políticas e projetos de distribuição de alimentação suplementar para garantir o desenvolvimento permanente das abelhas durante o período de escassez alimentar, como também mencionado por Costa (2015). Ação semelhante já vem sendo desenvolvida através da distribuição de sementes para os agricultores no período chuvoso.

Um problema grave que afetou de forma mais intensa a dimensão ambiental dos sistemas fixistas, foi o consumo de agrotóxico. Embora seja reconhecido a existência de divisão no meio científico a respeito da potencialidade do uso de agrotóxicos sobre o declínio de polinizadores, apoia-se, no presente estudo, a vertente de que as abelhas estão sendo fortemente ameaçadas em detrimento delas, como revelam diversos pesquisadores (BRITAIN et al., 2009; BRITAIN; POTTS, 2009). De forma individual, o consumo de agrotóxico pode ser evitado com práticas agrícolas menos agressivas, fundamentadas na agroecologia. Nesse sentido, Kremen e Miles (2012) revelam que a agrobiodiversidade pode ser sustentada por práticas agrícolas diversificadas (como evidenciado pela experiência do SAF05), o que tem garantido o fornecimento de diversos serviços ecossistêmicos para o contexto agrícola, reduzindo a necessidade de insumos não agrícolas e as externalidades ambientais.

Em escala maior, considerando o uso acentuado de agrotóxicos em muitas propriedades da região, recomenda-se a proibição de uso de agrotóxicos (com toxicidade elevada) a partir de um estudo robusto, baseado na estrutura da paisagem, capaz de evidenciar áreas potenciais de implantação de apiários, inclusive, fazendo parte de um planejamento territorial, destinado aqueles municípios que têm na apicultura uma importante atividade de desenvolvimento local, como é o caso de

Catolé do Rocha (PB). Essa estratégia precisa ser desenvolvida a partir da colaboração do setor público, do setor privado, de instituições científicas, de organizações sociais e de produtores rurais. Em outras palavras, o desafio tem consistido na proposição de alternativas capazes de sintonizar os objetivos da agricultura e da apicultura. Sob essa lógica, Potts et al. (2016) ponderam que o uso reduzido ou remoção de químicos muito tóxicos dos canais de comercialização devem ser equilibrados, permitindo assim, a garantia de rendimentos agrícolas, de segurança alimentar e de proteção de polinizadores.

Quanto aos sistemas migratórios, a dimensão ambiental foi fortemente favorecida em detrimento de diversos aspectos adotados pelos apicultores migratórios, tais como: a alternativa de convivência com a seca foi resolvida a partir do processo migratório; estabelecimento de apiários migratórios em pastos apícolas com diversidade floral e distante de cultivos agrícolas (receio de contaminação do mel e possibilidade de redução das colmeias); e manejo permanente, com disponibilidade de água e alimentação suplementar quando necessária. Segure-se que tal empenho, quando comparado com os sistemas fixistas, esteja relacionado com a autonomia financeira promovida pela apicultura migratória.

Por outro lado, registra-se que os sistemas migratórios têm capacidade de potencializar o desempenho alcançado pela dimensão ambiental, elevando-o ainda mais na perspectiva de sistemas apícolas sustentáveis (modelo padrão utilizado neste estudo). Para isso, faz-se necessário o aperfeiçoamento desses apicultores no conhecimento de tecnologias para a diversificação produtiva da atividade. Ademais, aconselha-se também uso de boas práticas de manejo na produção de mel com o objetivo de melhorar a qualidade do produto e atender, de forma integral, os padrões de qualidade, referendados por legislação específica. Para finalizar esta dimensão, sugere-se, que os apicultores migratórios conduzam ações de reflorestamento de áreas degradadas com espécies vegetais nativas, de forma permanente, assim como proposto para os apicultores fixistas. A seguir, apresenta-se a conclusão da dimensão social e a proposição de recomendações para elevar o nível de sustentabilidade dos sistemas apícolas.

5.6.2 Dimensão social

A dimensão social da sustentabilidade apícola, representada por nove indicadores, revelou que a apicultura migratória apresentou um desempenho mais favorável do que a apicultura fixista. Nesse sentido, foram evidenciadas potencialidades e fragilidades do grupo fixista, assim como do grupo migratório. Iniciando pelos sistemas fixistas, a dimensão social foi beneficiada, consideravelmente, em detrimento dos serviços de saúde e educação ofertados pela administração pública às famílias apiculadoras, das práticas de cooperação dos apicultores, da inserção deles em organizações sociais (com destaque para a COOAPIL) e da satisfação pessoal na criação de abelhas africanizadas. Esta característica, por sua vez, tem contribuído para a permanência de apicultores na atividade, mesmo considerando uma realidade crítica, caracterizada por perdas de colmeias, significativas e recorrentes, durante o período seco.

Entretanto, a dimensão social dos sistemas fixistas foi influenciada negativamente por outros aspectos, como podem ser mencionados: domínio limitado da terra, dificuldades de incorporar novas estratégias de manejo, baixa participação familiar na prática apícola e desassistência técnica e financeira. Ações direcionadas para corrigir essas questões são cruciais para melhorar o nível da sustentabilidade, levando em conta a dimensão social. Sendo assim, recomenda-se, em primeiro lugar, a inclusão de apicultores, que se encontram desenvolvendo a apicultura em condição de submissão, ou seja, autonomia apícola reduzida, em projetos de reforma agrária. Essa realidade foi representativa nos sistemas apícolas fixistas, cuja limitação de colmeias (baixo perfil do apicultor) pode ser justificada em virtude dessa questão. Portanto, aconselha-se que organizações sociais da região realize um levantamento de apicultores nessa situação, informando à administração pública e pedindo apoio de representantes políticos, para que ações efetivas sejam direcionadas na reversão da condição de insustentabilidade evidenciada pelo comprometimento da autonomia apícola nesse recorte geográfico.

A dificuldade de incorporar novas estratégias de manejo podem estar relacionadas com o nível de aperfeiçoamento, como têm revelado alguns estudiosos (VIEIRA; RESENDE, 2007; VIEIRA FILHO; SILVEIRA, 2011; LORENZON et al. 2012; COSTA, 2015), gerando, inclusive, dificuldades de rendimento no meio rural brasileiro

(NEY; HOFFMANN, 2009). Em virtude dessas fundamentações, é imprescindível que sejam ofertados cursos de aperfeiçoamento com base em boas práticas de produção, no processamento de mel, na diversidade de produtos apícolas (apitoxina, própolis, geleia real, pólen e outros), nas técnicas de manejo alimentar, no comportamento de abelhas e no gerenciamento do sistema apícola. Este, em particular, permite estimular o apicultor no registro de todas as informações do apiário, auxiliando e otimizando a viabilidade do seu negócio (SABBAG; NICODEMO, 2011). Tal conjuntura amplia a possibilidade de alcançar um manejo eficiente e dinâmico, voltado para a convivência com o Semiárido. Essa estratégia pode ser colocada em prática mediante a colaboração do setor público, organizações sociais e instituições educacionais.

Outro entrave identificado no caso da apicultura fixista foi a baixa participação familiar no desenvolvimento da atividade. Acredita-se que essa situação pode ser corrigida a partir da diversificação de produtos apícolas explorados, gerando renda e novas oportunidades de ocupação, como já revelados por outras experiências científicas (ALMEIDA; CARVALHO, 2009; BRITO et al., 2010). Registra-se, ainda, que a baixa participação feminina na apicultura pode ser solucionada através de pressão social de organização de mulheres (MELO; SABBATO, 2008), podendo, sobretudo, promover e incentivar cursos na área para o aperfeiçoamento delas nesse segmento produtivo.

Outrossim, pontua-se que a desassistência técnica e financeira foram os pontos mais críticos evidenciados pelo estudo em tela, desfavorecendo consideravelmente o desempenho dos sistemas apícolas fixistas na dimensão social. Nesse contexto, menciona-se a parcela de culpa do poder público, pois não oportunizou cursos de aperfeiçoamento para os apicultores, nem tampouco os assistiu com ajuda financeira nos anos considerados por este estudo. Essa realidade fragiliza aqueles apicultores menos favorecidos financeiramente. Sendo assim, recomenda-se que as administrações públicas locais com contribuições de associações e instituições educacionais ofertem cursos permanentes e atualizados, buscando, inclusive, recursos financeiros, com baixa taxa de juros, para que os apicultores da região possam sustentar suas colmeias na época mais crítica. Na concepção de Lorenzon et al. (2012) instrumentos de crédito com taxas baixas de juros, destinados para

apicultores, podem garantir uma produção com preços justos e favorecer o bem-estar social da família apicultra.

Quanto aos sistemas migratórios, a dimensão social foi favorecida em virtude de alguns aspectos, conforme registrados a seguir: serviços públicos de saúde e educação ofertados de forma satisfatória conforme percepção dos apicultores, elevada autonomia dos apicultores migratórios sobre os sistemas apícolas, capacidade tecnológica satisfatória, ações de cooperação entre os apicultores migratórios e satisfações pessoal e financeira evidenciadas. Esse conjunto garantiu ao grupo migratório o desempenho significativo da dimensão social.

Por outro lado, evidencia-se algumas fragilidades dos sistemas apícolas migratórios na contramão da sustentabilidade, frente à dimensão social. Sendo assim, destaca-se a baixa participação familiar na atividade e o descontentamento com a assistência técnica, embora o suporte financeiro tenha sido satisfeito para a maioria do grupo migratório estudado. Para o favorecimento da inclusão da família no negócio apícola, recomenda-se a diversidade produtiva, abrindo novas oportunidades de ocupação, e o fortalecimento de organizações de mulheres na busca pelo empoderamento na apicultura mediante o aperfeiçoamento na área. Em relação ao suporte técnico, o poder público local precisa ser pressionado a fim garantir soluções efetivas através de assistência técnica permanente e atualizada. Adiante, apresenta-se a conclusão da dimensão econômica e a proposição de ações de intervenção para elevar os níveis de sustentabilidade apícola.

5.6.3 Dimensão econômica

Os resultados da dimensão econômica demonstraram que a apicultura migratória apresentou um desempenho mais potencializado do que a apicultura fixista, considerando os oito indicadores propostos. Nesse contexto, foram observados fatores fortalecedores e limitantes para cada modelo de criação de abelhas africanizadas, fixista e migratório. Por esse viés, mencionam-se, inicialmente, os sistemas apícolas fixistas, os quais contribuíram positivamente para a dimensão econômica através do baixo custo de produção, da baixa dependência de insumos externos, da elevada lucratividade apícola e do andamento da implantação da certificação de mel.

O baixo custo pode ser justificado pelo número reduzido de colmeias, quando comparado com o perfil dos apicultores migratórios, pela cooperação entre os apicultores durante o manejo e pela baixa dependência de insumos externos. Essa realidade, por sua vez, contribuiu para a lucratividade da produção. Acredita-se que, após a efetivação da certificação de mel pela COOAPIL, essa lucratividade pode ser maximizada, favorecendo, dessa forma, a sustentabilidade sob a perspectiva econômica.

No entanto, registram-se como fatores limitantes para a dimensão econômica da sustentabilidade: a intervenção de atravessadores no escoamento da produção apícola, o baixo perfil do apicultor, a produção de mel e a perda de colmeias (principal gargalo). O papel do atravessador pode ser solucionado mediante o fortalecimento das cooperativas e associações de apicultora, conquistando a confiança dos associados e estabelecendo laços mais próximos de comercialização. Por outro lado, o aperfeiçoamento do apicultor e a disponibilização de crédito para o seu negócio podem contribuir de forma considerável para o fortalecimento do sistema apícola, solucionando o problema colocado por Fernandes Júnior e Silva (2016) e reduzindo o risco de submissão ao preço definido pelo atravessador.

Sob o prisma do baixo perfil do apicultor, recomenda-se a elevação da autonomia do sistema apícola através da efetivação de terras próprias ou arrendadas. Ou seja, o apicultor como dono de sua propriedade, ele pode controlar condições de pastagens apícolas através de ações de reflorestamentos e localizar apropriadamente o apiário, facilitando, assim, práticas de manejo permanentes. Essas alternativas podem viabilizar o aumento da quantidade de colmeias no apiário. Além disso, o controle do sistema nas mãos do apicultor pode, inclusive, contribuir para produção de mel. Neste contexto, destaca-se o estudo de Sande et al. (2009). Estes autores identificaram que a produção de mel de abelhas (*Apis mellifera*) aumentou nas proximidades de florestas. Segundo eles, o rendimento produtivo pode até duplicar em colmeias situadas a menos de 1km em comparação com colmeias instaladas há mais de 3 km da floresta. Essa abordagem revela que a correção de uma fragilidade pode reduzir outras fragilidades.

Em relação a perda de colmeias (problema acentuado nos sistemas apícolas fixistas), segure-se o melhoramento das paisagens semiáridas com plantação de

espécies vegetais nativas, capazes de florescer no período seco (SILVA et al., 2008; MAIA-SILVA et al., 2012). Além disso, ações combinadas de alimentação suplementar (carboidratos e proteínas), sombreamento adequado e disponibilidade de água próximo ao apiário, têm se apresentado como alternativas potenciais de adaptação à semiaridez vivenciada em grande parte do Nordeste brasileiro (CAMARGO et al., 2002; PEREIRA, 2005; COELHO et al., 2008; LOPES et al., 2011; SOUZA et al., 2014; LIMA et al., 2015; SANTOS et al., 2016; SANTOS et al., 2017; SILVA, 2018).

Na perspectiva da apicultura migratória, a dimensão econômica foi fortalecida mediante elevada lucratividade, reduzida perda de colmeias, quantidade considerável de colmeias, produção significativa de mel e certificação de mel. Acredita-se que o manejo desenvolvido pelos apicultores migratórios, bem como a estratégia do processo migratório levando em considerações as precipitações pluviométricas de cada região e a seleção de pastos apícolas de qualidade (diversidade floral e distanciamento de cultivos agrícolas), tem se estabelecido como alternativa potencializadora para o desenvolvimento da apicultura no Nordeste brasileiro, especialmente no Semiárido. Tal conclusão pode ser reforçada pelo desempenho dos indicadores de sustentabilidade propostos, quando comparado com o sistema fixista.

Contudo, os sistemas migratórios revelaram alguns aspectos que precisam ser melhorados, como: o custo de produção, a dependência de insumos externos e a influência de empresas exportadoras na definição do preço mel. Nesse contexto, sugere-se para a redução dos custos e, possivelmente, da dependência de insumos externos a seleção de áreas mais próximas da Microrregião de Catolé do Rocha, bem como a realização de reflorestamentos com espécies nativas para elevar a qualidade das pastagens apícolas. Outrossim, a busca pela consolidação conjunta através de uma empresa ou de uma organização social pode elevar o poder de barganha desses apicultores sobre o preço do mel.

Como pôde ser observado no curso desta seção, o alcance de sistemas apícolas em nível potencial de sustentabilidade é possível, desde que ajustes sejam realizados tanto nos sistemas apícolas fixistas quanto nos sistemas migratórios. Faz-se necessário que essa realidade seja construída de forma participativa, envolvendo a integração entre governo, organizações apícolas, setor privado, instituições de ensino e, sobretudo, as famílias apiculadoras. Somente por meio dessa parceria o

segmento apícola pode ser desenvolvido, ao longo do tempo, com atenção às dimensões ambiental, social e econômica da sustentabilidade.

6 CONCLUSÃO E DIRECIONAMENTOS FUTUROS

A discussão sobre a sustentabilidade das atividades agropecuárias tem sido cada vez mais fortalecida com contribuições teóricas e práticas. Tal empenho científico tem reforçado a necessidade premente de adequação dessas atividades aos limites da natureza e ao bem-estar da sociedade. Em outras palavras, os sistemas produtivos precisam ser (re)conduzidos por uma rota sustentável, cuja abordagem esteja direcionada para a conciliação das três dimensões bases da sustentabilidade: ambiental, social e econômica. Nesse ínterim, a apicultura tem se apresentado como uma atividade aliada do desenvolvimento sustentável em virtude, principalmente, da satisfação profissional do apicultor, dos serviços de polinização e da geração de renda.

No Semiárido brasileiro, por exemplo, a atividade apícola vem sendo desenvolvida de duas formas distintas (fixista e migratória), cujas condições de sustentabilidade encontram-se em alerta frente à variabilidade climática da região e questões de ordem política e social. Desse modo, este estudo ensejou compreender como esses dois sistemas de criação de abelhas africanizadas têm enfrentado os desafios climáticos e locais da região Semiárida do Brasil, na perspectiva das dimensões da sustentabilidade, bem como identificar qual dessas propostas têm apresentado um melhor desempenho com base em indicadores de sustentabilidade.

Os níveis de sustentabilidade apícola dos sistemas fixistas e migratórios, aqui analisados, foram evidenciados a partir de 25 indicadores, representantes das dimensões ambiental, social e econômica. Os resultados permitiram a classificação dos sistemas migratórios em nível ótimo de sustentabilidade, enquanto a realidade dos sistemas fixistas foi representada pelo nível estável de sustentabilidade, considerando a classificação de Sepúlveda (2008). Essas descobertas apontam que a atividade apícola tem sido desenvolvida de forma sustentável, porém ajustes precisam ser realizados a fim de aprimorar esses níveis e reduzir riscos futuros de insustentabilidade. Sendo assim, a aplicação da proposta MESMIS com esses sistemas de produção se apresentou de forma apropriada, pois garantiu ao grupo de pesquisadores adaptá-la ao contexto real do estudo. A proposição de indicadores adaptados à realidade estudada é uma demonstração disso, não sendo utilizados

indicadores prontos, como previstos em outras ferramentas de avaliação da sustentabilidade.

Chama-se a atenção, neste momento, para o caso particular da sustentabilidade evidenciada pela apicultura migratória. Alguns estudos têm demonstrado possíveis efeitos adversos com práticas de migração de abelhas (GRAYSTOCK et al. 2015; SIMONE-FINSTROM et al., 2016; PILATI; PRESTAMBURGO, 2016; JAFFÉ, 2018), como: morte de colmeias pela vulnerabilidade de pesticidas, competição de espécies polinizadoras, aumento da prevalência de doenças em abelhas selvagens, redução do tempo de vida e estresse excessivo de abelhas transportadas. Porém, no âmbito deste estudo, tais conclusões dificilmente podem ser declaradas, em razão dos seguintes motivos: o estudo em tela foi baseado apenas na atividade apícola, não sendo realizado levantamento populacional de polinizadores nativos; número reduzido de apicultores migratórios atuantes na Paraíba, o que demonstra ser uma prática ainda recente; o estresse alimentar causado sobre as abelhas (situação semelhante ao Semiárido brasileiro) foi considerado ainda maior do que o provocado pelo processo de migração (SIMONE-FINSTROM et al., 2016); os apicultores migratórios da presente Tese conseguiram manter o quantitativo de suas colmeias; e o estudo Garibaldi et al. (2013) sugere que o manejo integrado de abelhas melíferas e diversos insetos silvestres pode contribuir para o rendimento global das culturas. Diante dessa conjuntura, registra-se a necessidade de estudos aprofundados na busca pela compreensão integral dessas possíveis consequências potenciais com o processo de migração de abelhas, que pode, inclusive, ser traduzida em indicadores de sustentabilidade em experiências científicas futuras.

Atenta-se, ainda, para outras limitações identificadas na realização deste estudo, como: dificuldades no aumento amostral dos apicultores migratórios, o não acompanhamento das rotas migratórias e a carência de registros de informação dos sistemas apícolas, a qual limitou, inclusive, o escopo da seleção de indicadores. Recomenda-se, em trabalhos futuros, a utilização de métodos mais sofisticados de ponderação de indicadores; a inserção de análises de resíduos de agrotóxicos e polínica (identificação das espécies florais) do mel, sendo indicativos imprescindíveis para avaliar o nível da qualidade das pastagens de interesse apícola; e a utilização de

softwares computacionais de estrutura da paisagem, capaz de fortalecer a compreensão sobre o nível de qualidade dos pastos apícolas, como revelado pelos estudos de Felipe Neto e colaboradores (2015; 2017; 2018).

Por fim, esta experiência científica, pautada na aplicação de um ciclo avaliativo da sustentabilidade (MESMIS), se apresentou como um instrumento de assistência técnica e de autoavaliação da atividade apícola para gestores públicos, técnicos municipais e, principalmente, para os apicultores. Sendo assim, espera-se que esta Tese não se encerre neste parágrafo e em seus frutos científicos. O momento atual de ameaça aos polinizadores tem exigido esforços conjuntos e permanentes do poder público, de iniciativas privadas, de instituições educacionais, de organizações comunitárias e das famílias apicultoras. Tais esforços podem garantir o desenvolvimento da apicultura na interface das dimensões ambiental, social e econômica em uma região vitimada pela vulnerabilidade socioclimática, como apontam Torres et al. (2012). Só assim, a materialização da apicultura sustentável pode ser desenvolvida, permanentemente, no Nordeste brasileiro, sobretudo, no Semiárido.

REFERÊNCIAS

AIZEN, M. A.; HARDER, L. D. The global stock of domesticated honey bees is growing slower than agricultural demand for pollination. **Current Biology**, v. 19, n. 11, p. 915-918, 2009.

ALENCAR, I. C. W.; AZEVEDO, P. V.; CÂNDIDO, G. A. Avaliação da sustentabilidade dos agroecossistemas familiares que produzem coco-da-baía em monocultivo e policultivo no perímetro irrigado das Várzeas de Sousa-PB. 2018. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 03, p. 886-903, 2018.

ALMEIDA, J. Da ideologia do progresso à ideia de desenvolvimento (rural) sustentável. In: ALMEIDA, J.; NAVARRO, Z. **Reconstruindo a agricultura: ideias e ideais na perspectiva do desenvolvimento rural sustentável**. Porto Alegre: UFRGS, 1997. p. 33-55.

ALMEIDA, M. A. B.; GUTIERREZ, G. L.; MARQUES, R. **Qualidade de vida: definição, conceitos e interfaces com outras áreas, de pesquisa**. São Paulo: Escola de Artes, Ciências e Humanidades – EACH/USP, 2012.

ALMEIDA, S. G.; FERNANDES, G. B. Monitoreo económico de la transición agroecológica: estudio de caso de una propiedad familiar del sur de Brasil. **LEISA**, p. 58-63, 2003.

ALTIERI, M. The question of small farm development: who teaches whom. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 09, p. 401-405, 1983.

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

ALVES FILHO, J. P.; RIBEIRO, HELENA. Saúde ambiental no campo: o caso dos projetos de desenvolvimento sustentável em assentamentos rurais do Estado de São Paulo. **Saúde e Sociedade**, v. 23, n. 02, p. 448-466, 2014.

ANDRADE, A. B. A. et al. Avaliação do índice de qualidade de vida dos apicultores do município de Ipiranga do Piauí. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 1., 2015. **Anais eletrônico...** Fortaleza: Confea, 2015. Disponível em: <http://www.confea.org.br/media/Agronomia_avaliacao_do_indice_de_qualidade_de_vida_dos_apicultores_no_municipio_de_ipiranga_do_piaui.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2017.

ANDRADE, A. B. A.; SILVA, R. A.; MARACAJÁ, P. B. Importância da alimentação artificial energética para manutenção das *Apis mellifera* L. no período de estiagem no município de Poço de José de Moura – PB. In: SEMINÁRIO ZOOTÉCNICO DO SERTÃO PARAIBANO, 1., 2013. **Anais Eletrônico...** Pombal: Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, 2013. Disponível em:

<<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/CVADS/article/view/1929>>. Acesso em: 02 nov. 2019.

ANDRIEU, E. et al. The town Crepis and the country Crepis: how does fragmentation affect a plant–pollinator interaction. **Acta Oecologica**, v. 35, p.1-7, 2009.

AQUINO, J. R.; LACERDA, M. A. D. Magnitude e condições de reprodução econômica dos agricultores familiares pobres no Semiárido brasileiro: evidências a partir do Rio Grande do Norte. **Revista de economia e sociologia rural**, v. 52, p. 167-187, 2015.

ARAUJO, J. L. P.; CORREIA, R. C.; SILVA, E. M. S. Cadeia produtiva do mel do território da borda do lago de sobradinho, no estado da Bahia. **Revista SODEBRAS (Soluções para o Desenvolvimento do País)**, v. 11, n. 128, 2016.

ARNAUD, E. R. et al. COOAPIL – uma experiência cooperativista de geração de trabalho e renda na cidade de Catolé do Rocha – PB –Brasil. **Informativo Técnico do Semiárido**, v. 03, n.01, p. 65-72, 2010.

ARTAXO, P. Uma nova era geológica em nosso planeta: o Antropoceno. **Revista USP**, n. 103, p. 13-24, 2014.

ARUEIRA, A. B. **Aplicação do método AHP para avaliação de transportadores**. 71f. Dissertação (Mestrado em engenharia de produção) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

ASTIER, M.; MASERA, O.; GALVÁN-MIYOSHI, Y. **Evaluación de Sustentabilidad: Un enfoque dinámico y multidimensional**. Espanha: Mundiprensa/Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable, 2008.

AYRES, M. et al. **BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas**. Belém: MCT, IDSM e CNPq, 2007.

AZEVEDO, E.; PELICIONI, M. C. F. Promoção da saúde, sustentabilidade e agroecologia: uma discussão intersetorial. **Saúde e Sociedade**, v. 20, n. 03, p. 715-729, 2011.

BALLIVIÁN, J. M. P. P. et al. **Abelhas nativas sem ferrão**. São Leopoldo: Oikos, 2008.

BARBOSA, W. F. et al. Sustentabilidade ambiental da apicultura em Moreilândia, PE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 7., 2011. **Resumos...** Fortaleza: Associação Brasileira de Agroecologia, 2011. Disponível em: <www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/cad/article/view/10549>. Acesso em: 23 fev. 2017.

BARNOSKY, A. et al. Approaching a state shift in Earth's biosphere. **Nature**, n. 486, p.52-58, 2012.

BARONI, M. Ambiguidades e deficiências do conceito de Desenvolvimento Sustentável. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v.32, n.2, p.14-24, 1992.

BARROS, L. P.; REIS, V. D. A. Análise dos custos preliminares para a implantação da apicultura e bovinocultura de corte no Pantanal. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 4., 2004. **Anais Eletrônico...** Corumbá: Embrapa Pantanal, 2004. Disponível em: < https://www.cpap.embrapa.br/agencia/simpan/sumario/artigos/asperctos/pdf/bioticos/602RB_Reis_3-OKVisto.pdf >. Acesso em: 22 out. 2018.

BATISTA, K. C. P. et al. Certificação Orgânica e suas diretrizes: um estudo na Associação Comunitária de Agricultores Familiares do Perímetro e Adjacências – Pau dos Ferros/RN. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 07, n. 02, p. 1-7, 2013.

BAWA, K. S. Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, v. 21, p. 399-422, 1990.

BENEVIDES, D. S.; CARVALHO, F. G. Levantamento da flora apícola presente em áreas de caatinga do município de Caraúbas – RN. **Sociedade e Território**, v. 21, n. 01, p. 44-54, 2009.

BENJAMIN, F E.; REILLY, J. R.; WINFREE, R. Pollinator body size mediates the scale at which land use drives crop pollination services. **Journal of Applied Ecology**, v. 51, n. 02, p. 440-449, 2014.

BEZERRA, M. C. L.; VEIGA, J. E. **Agricultura sustentável**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis; Consórcio Museu Emílio Goeldi, 2000.

BIESMEIJER, J. et al. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. **Science**, v. 313, p. 351-354, 2006.

BORGES, M. G. B. et al. Estudo sobre a sustentabilidade: aspectos socioeconômicos e ambientais em cinco associações de apicultores no Sertão da Paraíba. **Acta Apicola Brasilica**, v. 02, n. 02, p. 1-12, 2014.

BORTOLOTTI, M. A. **O papel da assistência técnica e extensão rural na evolução dos agroecossistemas familiares, fundamentados por práticas agroecológicas na microrregião de Pato Branco – PR**. 80f. Dissertação (mestrado em Desenvolvimento Regional) – Universidade tecnológica do Paraná, Pato Branco, 2014.

BRASIL. **Censo agropecuário**: resultados preliminares. Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

BRASIL. Decreto nº 72, de 12 de julho de 1839. **Coleção de leis do império do Brasil**, v. 1, p. 8, 1939. Disponível em:

<<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1824-1899/decreto-72-12-julho-1839-561507-publicacaooriginal-85154-pl.html>>. Acesso em: 15 jul. 2016.

BRASIL. Instrução Normativa n. 11, de 20 de outubro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, 2000.

BRASIL. Instrução Normativa n. 62, de 26 de agosto de 2003. Oficializa os métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, 2003.

BRITAIN, C. A. et al. Impacts of a pesticide on pollinator species richness at different spatial scales. **Basic and Applied Ecology**, v.11, p. 106-115, 2010.

BRITAIN, C.; POTTS, S. G. The potential impacts of insecticides on the life-history traits of bees and the consequences for pollination. **Basic and Applied Ecology**, v. 12, p. 321-331, 2011.

BROADBENT, E. N. et al. Forest fragmentation and edge effects from deforestation and selective logging in the Brazilian Amazon. **Biological Conservation**, v. 141, p. 1745-1757, 2008.

BRODSCHNEIDER, R.; CRAILSHEIM, K. Nutrition and health in honey bees. **Apidologie**, v. 41, p. 278-294, 2010.

BURITI, C. O.; AGUIAR, J. O. Secas, migrações e representações do semi-árido na literatura regional: por uma história ambiental dos sertões do nordeste brasileiro. **Textos e Debates**, n. 15, p. 7-31, 2008.

BUSS, P. M. Promoção da saúde e qualidade de vida. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 05, n. 01, p. 163-177, 2000.

CAIONE, G. et al. Avaliação econômica da atividade apícola em Alta Floresta, MT: um estudo de caso. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 09, n. 01, p. 59-69, 2011.

CAMARGO, R. C. R. et al. **Produção de mel**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002.

CAMELO, G. L. P. **Avaliação da sustentabilidade dos agroecossistemas familiares de cultivo do abacaxi irrigado versus sequeiro mediante aplicação do MESMIS em Touros – RN**. 181f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2013.

CAMELO, G. L. P.; CÂNDIDO, G. A. Potencialidades e limitações dos agroecossistemas familiares de cultivo do abacaxi em Touros (RN). **Holos**, v. 6, p.3-27, 2012.

CÂNDIDO, G. A. (Org.). **Desenvolvimento sustentável e sistemas de indicadores de sustentabilidade**: formas de aplicações em contextos geográficos diversos e contingências específicas. Campina Grande: UFCG, 2010.

CÂNDIDO, G. A. et al. Avaliação da sustentabilidade de unidades de produção agroecológicas: um estudo comparativo dos métodos IDEA e MESMIS. **Ambiente & Sociedade**, v. 18, n. 03, p. 99-120, 2015.

CÂNDIDO, G. A.; SILVA, V. P. (Org.). **Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas**: aplicações em diversos tipos e práticas agrícolas do Rio Grande do Norte. Natal: IFRN, 2015.

CARDOSO, M. P. et al. Apoio à agropecuária sustentável e à inclusão socioprodutiva na Região Nordeste. In: GUIMARÃES, PAULO FERRAZ et al. (Org.). **Um olhar territorial para o desenvolvimento: Nordeste**. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2014. p. 162-183.

CARVALHO, C. A. L. et al. **Mel de abelhas sem ferrão: contribuição para a caracterização físico-química**. Cruz das Almas: Universidade Federal da Bahia/SEAGRI-BA, 2005.

CASTRO, C. N. Desafios da agricultura familiar: o caso da assistência técnica e extensão rural. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, n. 12, p. 49-59, 2015.

CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração**: uma visão abrangente da moderna administração das organizações. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

COELHO, M. S. et al. Alimentos convencionais e alternativos para abelhas. **Caatinga**, v. 21, n. 01, 2008.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: FGV, 1991.

CONTE, Y. L.; NAVAJAS, M. Climate change: impact on honey bee populations and diseases. **Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)**, v. 27, n. 22, p. 499-510, 2008.

COSTA, A. Agricultura sustentável II: avaliação. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 33, n. 02, p. 75-89, 2010a.

COSTA, A. Agricultura sustentável III: indicadores. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 33, n. 02, p. 90-105, 2010b.

COSTA, J. F. S. et al. Uma abordagem multicritério da telefonia móvel no estado do Rio de Janeiro através do Método de Análise Hierárquica (AHP). **Cadernos do IME – Série Estatística**, v. 22, p. 16-30, 2007.

COSTA, J. M. O. **Caracterização da flora apícola na área de manejo da caatinga no assentamento renascer Prata /PB**. 46f. Monografia (Pós-Graduação Lato Sensu em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Instituto Federal da Paraíba, Monteiro, 2014.

COSTA, R. O. et al. **Identificação e hierarquização dos principais problemas existentes na produção de mel de abelha no Estado da Paraíba**. 62 f. Monografia (Graduação em Administração) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015.

COSTANZA, R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, p. 253-260, 1997.

COUTO, R. H.N.; COUTO, L. A. **Apicultura: manejo e produtos**. Jaboticabal: FUNEP, 2006.

CRANE, E. **A book of honey**. New York: Oxford University Press, 1980.

CRANE, E. *Apis* species: (honey bees). In: RESH, V. H; CARDÉ, R. T. **Encyclopedia of Insects**. China: Elsevier, 2009a. p. 31-32.

CRANE, E. Bee products. In: RESH, V. H; CARDÉ, R. T. **Encyclopedia of Insects**. China: Elsevier, 2009c. p. 71-75.

CRANE, E. Beekeeping. In: RESH, V. H; CARDÉ, R. T. **Encyclopedia of Insects**. China: Elsevier, 2009b. p. 66-71.

CRANE, E. **O livro do mel**. São Paulo: Nobel, 1983.

CRANE, E. The world's beekeeping: past and present. In: GRAHAM, J. M. **The hive and the honey bee**. EUA: Dadant, 1992. p. 1-22.

CRANE, E; VISSCHER P. K. Honey. In: RESH, V. H; CARDÉ, R. T. **Encyclopedia of Insects**. China: Elsevier, 2009, p. 459-461.

DE JONG, D. Africanized honey bees in Brazil, forty years of adaptation and success. **Bee World**, v. 77, n. 02, p. 67-70, 1996.

DE JONG, D. et al. Honey bee. In: IMPERATRIZ FONSECA, V. L.; SARAIVA, A. M.; DE JONG, D. (eds.). **Bees as pollinators in Brazil: assessing the status and suggesting best practices**. Ribeirão Preto: Holos, 2006. p. 63-74.

DEPONTI, C. M.; ECKERT, C.; AZAMBUJA, J. L. B. de. Estratégia para construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 03, n. 04, 2002.

DOMINGOS, H. G. T.; GONÇALVES, L. S. Termorregulação de abelhas com ênfase em *Apis Mellifera*. **Acta Veterinária Brasília**, v. 08, n. 03, p.151-154, 2014.

DONALDSON, J. S. Pollination in agricultural landscapes, a South African perspective. In: KEVAN, P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. (eds). **Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2002. p. 97-104.

DUARTE, J. G. P. Secas e Impactos na Agropecuária no Município de Campina Grande – PB. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 33, n. 02, 289-297, 2018.

EHLERS, E. M. **O que se entende por agricultura sustentável**. 165f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

ELLIS, E. C. et al. Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000. **Global Ecology Biogeography**, v. 19, n. 05, p. 589-606, 2010.

FACCHINI, L. A. et al. Desempenho do PSF no Sul e no Nordeste do Brasil: avaliação institucional e epidemiológica da Atenção Básica à Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 11, n. 03, p. 669-681, 2006.

FACHINI, C. et al. Perfil da apicultura em Capão Bonito, Estado de São Paulo: aplicação da análise multivariada. **Revista de Economia Agrícola**, v. 57, n. 01, p. 49-60, 2010.

FAO. Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture: the international response. In: FREITAS, B.M.; PEREIRA, J.O.P. **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**, 2004. p. 19-25.

FAOSTAT. **FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) Statistics Division**. 2013. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org/production/brazil/honeynatural>>. Acesso em: 03 de julho de 2016.

FEIL, A. A.; SCHREIBER, D. Análise da estrutura e dos critérios na elaboração de um índice de sustentabilidade. **Sustentabilidade em Debate**, v. 08, n. 02, p. 30-43, 2017.

FELIPE NETO, C. A. L. et al. Como a estrutura da paisagem pode afetar a qualidade do mel da abelha jandaíra no Semiárido brasileiro? In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KOEDAM, D.; HRNCIR, M. **Abelha jandaíra: no passado, presente e no futuro**. Mossoró: EDUFERSA, 2017. p.167-174.

FELIPE NETO, C. A. L. et al. Pontos críticos de agroecossistemas melíponas no Semiárido norte-rio-grandense do Brasil. **Sociedade & Natureza**, v. 30, n. 01, p. 110-131, 2018.

FELIPE NETO, C. A. L. **Influência da estrutura da paisagem sobre a produção e qualidade de mel da abelha jandaíra (*Melipona subnitida*, Apidae: Meliponini) na Caatinga**. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2015.

FERNANDES JÚNIOR, J. V. M.; SILVA, N. G. A. Cadeia Produtiva do Mel: um estudo no município de Pau dos Ferros/RN. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 20, n. 01, p.115-124, 2016.

FORMIGA JÚNIOR, I. M.; CÂNDIDO, G. A.; AMARAL, V. S. Sustentabilidade do cultivo de melão no assentamento São Romão em Mossoró/RN: determinação dos pontos críticos. **Campo-Território**, v. 09, n. 19, p. 57-87, 2014.

FRATTA, K. D. S. A.; TONELI, J. T. C. L.; ANTONIO, G. C. Diagnosis of the management of solid urban waste of the municipalities of ABC Paulista of Brasil through the application of sustainability indicators. **Waste Management**, v. 85, p. 11-17, 2019.

FREITAS, B. M. As abelhas como agentes polinizadores na produção de alimentos e conservação de recursos florais. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. p. 780-788.

FREITAS, B. M.; SOUSA, R. M.; BOMFIM, I. G. A. Absconding and migratory behaviors of feral africanized honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies in NE Brazil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 29, n. 04, p. 381-385, 2007.

FREITAS, B.M; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. A importância econômica da polinização. **Mensagem Doce**, n. 80, p.16-20. 2005.

FREITAS, D. G. F.; KHAN, A. S.; SILVA, L. M. R. Nível Tecnológico e Rentabilidade de Produção de Mel de Abelha (*Apis Mellifera*) no Ceará. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 42, n. 01, p. 171-188, 2004.

GADOTTI, M. **Educar para a sustentabilidade**: uma contribuição à década da educação para o desenvolvimento sustentável. São Paulo: Instituto Paulo Freire, 2009.

GALLAI, N. et al. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological Economics**, v. 68, n. 03, p 810-821, 2009.

GALLETTI, A. A. Crédito rural no Brasil e a sua conjugação com a assistência técnica. **Revista de Administração Rural**, v. 14, n. 05, p. 81-85, 1974.

GARAGORRY, F. L.; QUIRINO, T. R.; SOUSA, C. P. **Diagnóstico sociotécnico da agropecuária brasileira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002.

GARIBALDI, L. A. et al. Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. **Science**, v. 339, n. 6127, p. 1608-1611, 2013.

GIANNINI, T. C. et al. The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v. 108, n. 03, p. 849-857, 2015.

GIANNINI, T. C. et al. Identifying the areas to preserve passion fruit pollination service in Brazilian Tropical Savannas under climate change. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 171, p. 39-46, 2013.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2008.

GOIS, G. C. et al. Estudo físico-químico e microbiológico do mel de *Apis mellifera* comercializados no estado da Paraíba. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 09, n. 01, p. 50-58, 2015.

GOLDEMBERG, J. O repensar da educação no Brasil. **Estudos Avançados**, v. 07, n. 18, p. 65-137, 1993.

GOLYNSKY, A. **Avaliação da viabilidade econômica e nível tecnológico da apicultura no estado do Rio de Janeiro**. 114f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2009.

GOMES, J. O. P. et al. Análise da rentabilidade da atividade apícola. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 3., 2015. **Anais eletrônico...** João Pessoa: IESP, 2017. Disponível em: < <https://www.even3.com.br/anais/simep3/55785-analise-de-rentabilidade-da-atividade-apicola-no-municipio-de-apodi-rn/>>. Acesso: 23 nov. 2018.

GONÇALVES, L. S. The introduction of the African bees (*Apis mellifera adansonii*) into Brazil and some comments on their spread in South America. **American Bee Journal**, v.11, n. 114, p. 414-419, 1974.

_____. Um alerta sobre os prejuízos causados pelos pesticidas na apicultura e meliponicultura no Brasil. **Mensagem doce**, v. 123, p. 2-8, 2013.

GRAYSTOCK, P. et al. Do managed bees drive parasite spread and emergence in wild bees? **International Journal for Parasitology: parasites and Wildlife**, v. 05, p. 64-75, 2016.

GRIGGS, D. et al. Sustainable development goals for people and Planet. **Nature**, v. 495, p. 305-307, 2013.

HADLEY, A. S.; BETTS, M. G. The effects of landscape fragmentation on pollination dynamics: absence of evidence not evidence of absence. **Biological Reviews**, v. 87, n. 03, p. 326-544, 2011.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Pecuária 2014**. Disponível em: < <http://www.cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 25 jun. 2016.

IGLESIAS, A. et al. Comprehensive study of honey with protected denomination of origin and contribution to the enhancement of legal specifications. **Molecules**, v.17, p. 8561-8577, 2012.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. et al. Abelhas e desenvolvimento rural no Brasil. **Mensagem Doce**, v. 80, 2005.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; NUNES-SILVA, P. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 04, 2010.

ITAGIBA, M. G. O. R. **Noções básicas sobre a criação de abelhas**. São Paulo: Nobel, 1997.

JAFFÉ, R. Influência do transporte de colmeias sobre a estrutura genética das populações de abelhas. In: VOLLET NETO, A; MENEZES, C. (Org.). **Desafios e recomendações para o manejo e o transporte de polinizadores**. São Paulo: A.B.E.L.H.A, 2018. p. 39-47.

KENNEDY, C. M. et al. A global quantitative synthesis of local and landscape effects on wild bee pollinators in agroecosystems. **Ecology Letters**, v. 16, n. 05, p. 584-599, 2013.

KOSHIYAMA, A. S. et al. Proposta de diagnose apícola, de sua tecnologia e sanidade por meio do indicador Idapi. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 109, p. 94-99, 2014.

KOSHIYAMA, A. S.; LORENZON, M. C. A.; TASSINARI, W. S. Spatial econometrics applied to study the influencing factors of honey prices in Brazil. **Brazilian Journal of Operations & Production Management**, v. 08, n. 01, p.121-132, 2011.

KOZIOSKI, G. V.; CIOCCA, M. L. S. Energia e sustentabilidade em agroecossistemas. **Ciência Rural**, v. 30, n. 04, p. 737-745, 2000.

KRAJNC, D.; GLAVIC, P. A model for integrated assessment of sustainable development. **Resources, Conservation and Recycling**, n. 43, p. 189-208, 2005.

LEAL FILHO, W. et al. The role of transformation in learning and education for sustainability. **Journal of Cleaner Production**, v. 199, p. 286-295, 2018.

LEAL, I. R.; TABERELI, M.; SILVA, J. M. C. (Ed.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003.

LEMOS, H. M.; BARROS, R. L. P. **O desenvolvimento sustentável na prática**. Rio de Janeiro: Comitê Brasileiro das Nações Unidas para o Meio Ambiente, 2007.

LEGLER, L. **Sustentabilidade, empreendedorismo e cooperação em associações de apicultores gaúchos**: uma análise dos gestores-associados. 180f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

LEGLER, L.; LAGO, A.; CORONEL, D. A. A organização associativa no setor apícola: contribuições e potencialidades. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 09, n. 02, p. 151-163, 2007.

LEGLER, L.; RATHMANN, R. Assimetria de relacionamentos na cadeia apícola do Rio Grande do Sul. **Revista Fae**, v. 09, n. 02, p. 51-62, 2006.

LIMA, M. V. et al. Características reprodutivas das colônias de abelhas *Apis mellifera* submetidas à alimentação artificial. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 11, n. 04, p. 97-104, 2015.

LIMA, N. M. **Abelhas e mel**: criação-extração. São Paulo: TecnoPrint, 1979.

LOPES, D.; LOWERY, S.; PEROBA, T. L. C. Crédito rural no Brasil: desafios para a promoção da agropecuária sustentável. **Revista do BNDES**, v. 45, 2016

LOPES, M. T. R. et al. Alternativas de sombreamento para apiários. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 03, p. 299-305, 2011.

LÓPEZ-RIDAURA, S.; MASERA, O.; ASTIER, M. Evaluating sustainability of complex socio-environmental systems, the MESMIS framework. **Ecological Indicators**, v. 2, p. 135-148, 2002.

LORENZON, M. C. A. et al. **Indicadores & desafios da apicultura fluminense**: um retrato brasileiro. Vila Velha: Above Publicações, 2012.

MACE, G. M. et al. Approaches to defining a planetary boundary for biodiversity. **Global Environmental Change**, v. 28, p. 289-297, 2014.

MAGALHÃES, A. P. S. **Logística reversa de eletrodomésticos da linha branca**: processo de escolha pelo Método de Análise Hierárquica (AHP). Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

MAIA, G. N. **Caatinga**: árvores e arbustos e suas utilidades. São Paulo: D&Z Computação Gráfica e Editora, 2004.

MAIA-SILVA, C. et al. **Guia de plantas visitadas por abelhas na Caatinga**. Fortaleza, CE: Editora Fundação Brasil Cidadão, 2012.

MALHEIROS, T. F.; COUTINHO, S. M. V.; PHILLIPPI JUNIOR, A. Desafios do uso de indicadores na avaliação da sustentabilidade. In: PHILLIPPI JUNIOR, A.; MALHEIROS, T. F (Coor.). **Indicadores de sustentabilidade e gestão ambiental**. Barueri, São Paulo: Manole, 2012a. p. 1-29.

MALHEIROS, T. F.; COUTINHO, S. M. V.; PHILLIPPI JUNIOR, A. Indicadores de sustentabilidade: uma abordagem conceitual. In: PHILLIPPI JUNIOR, A.; MALHEIROS, T. F (Coor.). **Indicadores de sustentabilidade e gestão ambiental**. Barueri, São Paulo: Manole, 2012b. p. 30-76.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2003.

MARTIN, N. B. et al. Sistema integrado de custos agropecuários – CUSTAGRI. **Informações Econômicas**, v. 28., n. 01, 1998.

MARTINS, J. C. V.; OLIVEIRA, A. M.; MARACAJÁ, P. B. Apicultura e inclusão social em assentamentos de reforma agrária no município de Apodi-RN. In: CONGRESSO DA SOBER, 44., 2006. **Anais Eletrônico...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/5/654.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2018.

MARTINS, M. F.; CÂNDIDO, G. A.; AIRES, A. B. Sustentabilidade em sistemas agrícolas integrados: uma aplicação do método MESMIS em cooperativa de pequenos produtores rurais. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 43, p. 64-84, 2017.

MARZALL, K. **Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas**. 234 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

MASERA, Ó.; ASTIER, M.; LÓPEZ-RIDAURA, S. **Sustentabilidad y manejo de recursos naturales**: el marco de evaluación MESMIS. GIRA A.C. México: Mundi Prensa, 1999.

MATOS FILHO, A. M. **Agricultura orgânica sob a perspectiva da sustentabilidade**: uma análise da região de Florianópolis – SC, Brasil. 172 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

MATOS, E. J. A. et al. **Boas práticas de manejo apícola**. Petrolina: UNIVASF, 2014.

MATTOS, I. M.; SOUZA, J.; SOARES, A. E. E. Analysis of the effects of climate variables on *Apis mellifera* pollen foraging performance. **Arquivo Veterinário de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.70, n.4, p.1301-1308, 2018.

MCKINNEY, M. L. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. **Biological Conservation**, v. 127, p. 247-260, 2006.

MINAYO, M. C. S. Amostragem e saturação em pesquisa qualitativa: consensos e controvérsias. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v. 05, n. 07, p. 01-12, 2017.

MINAYO, M. C. S. et al. Métodos, técnicas e relações em triangulação. In: MINAYO, M. C. S.; ASSIS, S. G.; SOUZA, E. R. **Avaliação por triangulação de métodos: abordagem de programas sociais**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2005, p. 61-99.

MINAYO, M. C. S. et al. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 1994.

MINAYO, M. C. S.; MINAYO-GÓMEZ, C. Difíceis e possíveis relações entre métodos quantitativos e qualitativos nos estudos de problemas de saúde. In: GOLDENBERG, P.; MARSIGLIA, R. M. G.; GOMES, A (Org.). **O clássico e o novo: tendências, objetos e abordagens em ciências sociais e saúde**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2003, p. 117-14.

MORO, M. F. et al. A catalogue of the vascular plants of the Caatinga Phytogeographical Domain: a synthesis of floristic and phytosociological surveys. **Phytotaxa**, v. 160, n. 1, p. 1-118, 2014.

MOURA, S. G. et al. Qualidade do mel de *Apis mellifera L.* relacionadas às boas práticas apícolas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, n. 03, p.731-739, 2014.

NASCIMENTO, J. S. et al. A Satisfação do Trabalhador Rural: uma relação entre a assistência técnica e a gestão da propriedade e uma implicação na sucessão das unidades familiares. **Revista Espacios**, v. 38, n. 09, p. 24-36, 2017.

NAUG, D. Nutritional stress due to habitat loss may explain recent honeybee colony collapses. **Biological Conservation**, v.142, p. 2369-2372, 2009.

NEY, M. G.; HOFFMANN, R. Educação, concentração fundiária e desigualdade de rendimentos no meio rural brasileiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 47, n 01, p. 147-182, 2009.

NOGUEIRA-NETO, P. Management of plants to maintain and study pollinating bee species, and also to protect vertebrate frugivorous Fauna. In: KEVAN, P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. (eds). **Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2002. p. 21-28.

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

NUNES, E. **Geografia física do Rio Grande do Norte**. Natal: Imagem Gráfica. 2006.

OLIVEIRA, E. S. et al. Qualidade de méis de *Apis mellifera* produzidos no sertão paraibano. **Informativo Técnico do Semi-árido**, v. 07, n. 01, p. 203 – 208, 2013.

OLIVEIRA, F. L. **Apicultura no Sertão Paraibano**: principais dificuldades sob a ótica dos pequenos apicultores. 69f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2015.

OLIVEIRA, M. E. C. et al. A criação de indicadores para avaliação sustentabilidade em agroecossistemas apícolas de Sergipe. **Revista Fapese**, v. 3, n. 1, p. 79-86, 2007.

OZCAN, M.; ARSLAN, D.; CEYLAN, D. A. Effect of inverted saccharose on some properties of honey. **Food Chemistry**, v.99, p. 24-29, 2006.

PASQUALE NETO, C. **Dicionário da língua portuguesa**. Barueri, São Paulo: Gold, 2009.

PASQUALE, G. D. et al. Influence of pollen nutrition on honey bee health: do pollen quality and diversity matter. **Plos One**, v. 08, n. 08, p. 1-13, 2013.

PAULINO, F. D. G.; SOUZA, D. C. Manejo básico das colmeias. In: SOUZA, D. C. (Org.). **Apicultura**: manual do agente de desenvolvimento rural. Brasília: Sebrae, 2007. p. 77-82.

PEREIRA, E. F.; TEIXEIRA, C. S.; SANTOS, A. Qualidade de vida: abordagens, conceitos e avaliação. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 26, n. 02, p. 241-50, 2012.

PEREIRA, F. M. **Desenvolvimento de ração proteica para abelhas *Apis mellifera* utilizando produtos regionais do Nordeste brasileiro**. 198f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

PEREIRA, F. M. et al. **Manejo alimentar**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2003.

PHILLIPPI JUNIOR, A.; MALHEIROS, T. F (Coor.). **Indicadores de sustentabilidade e gestão ambiental**. Barueri, São Paulo: Manole, 2012.

PILATI, L.; PRESTAMBURGO, M. Sequential relationship between profitability and sustainability: the case of migratory beekeeping. **Sustainability**, v. 08, n. 94, p. 1-8, 2016.

PINHEIRO, F. K. **Avaliação da sustentabilidade de sistemas de produção apícolas**: diagnóstico participativo em associações de apicultores da região central do Ceará. 170f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.

POPA, M. et al. Study concerning the honey qualities in Transylvania Region. **Annales Universitatis Apulensis Series Oeconomica**, v. 02, p. 1034–1040, 2009.

POTTS, S. G. et al. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 25, n. 06, p. 345-353, 2010.

POTTS, S. G. et al. Safeguarding pollinators and their values to human well-being. **Nature**, v 540, p. 200-229, 2016.

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

REDDY, P. V. R.; VERGHESE, A.; RAJAN, V. V. Potential impact of climate change on honeybees (*Apis* spp.) and their pollination services. **Pest Management in Horticultural Ecosystems**, v. 18, n. 02, p. 121-127, 2012.

REED, M. et al. Integrating methods for developing sustainability indicators to facilitate learning and action. **Ecology and Society**, v. 10, n. 01, p. 1-6, 2005.

REIS, V. D. A. **Mel orgânico**: oportunidades e desafios para a apicultura no Pantanal. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003.

RIBEIRO, M. F. et al. Avaliação da potencialidade da apicultura em áreas de sequeiro e irrigada na Caatinga em Petrolina, PE. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRO DE ZOOTECNICA, 44., 2007. **Anais eletrônico...** Jaboticabal: UNESP, 2007. Disponível em: <
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/36195/1/OPB1388.pdf>>
Acesso: 05 out. 2017.

ROCKSTRÖM, J. et al. A safe operating space for humanity. **Nature**, v. 461, p. 472-475, 2009.

ROLIM, M. B. Q. et al. Generalidades sobre o mel e parâmetros de qualidade no Brasil: revisão. **Medicina Veterinária (UFRPE)**, v. 12, n. 01, p.73-81, 2018.

SAATY, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. **International Journal of Services Sciences**, v. 01, n. 01, 2008.

SAATY, T. L. **Método de análise hierárquica**. São Paulo: McGraw-Hill Makron, 1991.

SABBAG, O. J.; NICODEMO, D. Viabilidade econômica para produção de mel em propriedade familiar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n. 01, p. 94-101, 2011.

SACHS, I. Pensando sobre o desenvolvimento na era do meio ambiente. In: _____. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**: do aproveitamento racional da natureza para a boa sociedade. Rio de Janeiro: Garamond, 2000. p. 47-64.

SANCHEZ, G. F.; MATOS, M. M. Marcos metodológicos para sistematização de indicadores de sustentabilidade da agricultura. **Cadernos [SYN]THESIS**, v. 05, n. 02, p. 255-267, 2012.

SANDE, S. O. Proximity to a forest leads to higher honey yield: another reason to conserve. **Biological Conservation**, v. 142, p. 2703-2709, 2009.

SANTOS, D. C.; MARTINS, J. N.; SILVA, K. F. N. Aspectos físico-químicos e microbiológicos do mel comercializado na cidade de tabuleiro do norte-Ceará. **Revista Verde**, v. 05, n. 01, p. 79-85, 2010.

SANTOS, R. G. et al. Acceptance rate of africanized honey bee larvae in hives maintained in the shade and under full sunlight in Northeast Brazil. **ACTA Apícola Brasileira**, v. 04, n. 02 (Edição Especial), p. 13 - 16, 2016.

SANTOS, R. G. et al. Sombreamento de colmeias de abelhas africanizadas no Semiárido brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.12, n. 05, p. 828-836, 2017.

SCHEPER, J. et al. Environmental factors driving the effectiveness of European agri-environmental measures in mitigating pollinator loss – a meta-analysis. **Ecology Letters**, v. 13, p. 912-920, 2013.

SCHEREN, O. J. **Apicultura racional**. São Paulo: Nobel, 1986.

SCHIRMER, L. R. **Abelhas ecológicas**. São Paulo: Nobel, 1985.

SCHOLL, C. A.; HOURNEAUX JUNIOR, F.; GALLELI, B. **Sustentabilidade organizacional**: aplicação de índice composto em uma empresa do setor químico. *Gestão & Produção*, v. 22, n. 04, p.695-710, 2015.

SEBRAE. **Programas setoriais de promoções da competitividade do Nordeste**: setor apícola. Recife: SEBRAE, 1999.

SEPÚLVEDA, S. **Biograma**: metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible de territorios. IICA, 2008.

SICHE, R. et al. Indices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. **Ambiente & Sociedade**, v. 10, n. 02, p. 137-148, 2007.

SILVA, A. A. F. **Teste de alimentos alternativos para *Melipona Scutellaris* L., 1811 (Hymenoptera: Apidae) e seu efeito sobre o desenvolvimento da colmeia**. 47f. Monografia (Graduação em zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

SILVA, C. A. L. et al. Levantamento da flora apícola em municípios da microrregião de Catolé do Rocha-PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 09, n. 03, p. 223 – 235, 2014a.

SILVA, C. I. et al. **Guia ilustrativo de abelhas polinizadoras no Brasil**. São Paulo: MMA e FUNBIO, 2014b.

SILVA, L. Por uma leitura sociotécnica da história da criação de abelhas no Brasil: análise à luz da Social Construction of Technology (SCOT). **Mosaico Social**, n. 07, p. 1-15, 2014.

SILVA, L. **Sustentabilidade da caprinocultura na região do Agreste Paraibano**. 75 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2018.

SILVA, M. G.; CÂNDIDO, G. A.; MARTINS, M. F. Método de construção do índice de desenvolvimento local sustentável: uma proposta metodológica e aplicada. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 11, n. 01, p. 55-72, 2009.

SILVA, R. A. et al. Caracterização da flora apícola do Semiárido da Paraíba. **Archivos de Zootecnia**, v. 57, n. 220, p.427-438, 2008.

SILVA, S. S. et al. Importância da assistência técnica e extensão rural no semiárido Paraibano: Experiência em estágio realizado na EMATER – PB. **Informativo Técnico do Semiárido**, v. 09, n. 02, p. 06-10, 2015.

SILVA, V. P.; CÂNDIDO, G. A. Sustentabilidade de agroecossistemas de mandioca: primeiro ciclo de avaliação em Bom Jesus-RN. **GEOUSP – Espaço e Tempo (Online)**, v. 18, n. 2, p. 313-328, 2014.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. Belo Horizonte: Fernando A. Silveira, 2002.

SIMONE-FINSTROM, M. et al. Migratory management and environmental conditions affect lifespan and oxidative stress in honey bees. **Scientific Reports**, v. 06, n. 32023, p. 1-10, 2016.

SMITH, M. S. Change the approach to sustainable development. **Nature**, v. 483, p. 375, 2012.

SOARES NETO, J. **Indicador de desempenho apícola para qualificação da apicultura no estado do Rio de Janeiro**. 71f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2011.

SOUSA, E. A. et al. Nível tecnológico empregado no manejo para produção de mel de *Apis mellifera* L. em três municípios do Alto Oeste Potiguar. **Acta Apícola Brasileira**, v. 02, n. 01, p.16 - 23, 2014.

SOUSA, L. C. F. S. **Sustentabilidade da apicultura**: aspectos socioeconômicos e ambientais em assentamentos rurais no Semiárido paraibano. 78f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2013.

SOUSA, R. F.; FERNANDES, M. F.; BARBOSA, M. P. Vulnerabilidades, semiaridez e desertificação: cenários de riscos no Cariri Paraibano. **Geografia em Debate**, v. 02, n. 02, p. 190-202, 2008.

SOUZA, D. C. (Org.). **Apicultura**: manual do agente de desenvolvimento rural. Brasília: Sebrae, 2007.

SOUZA, R. T. M.; MARTINS, S. R.; VERONA, L. A. F. A metodologia MESMIS como instrumento de gestão ambiental em agroecossistemas no contexto da Rede CONSAGRO. **Revista Agricultura Familiar**, v. 11, n. 01, p. 39-56, 2017.

SPEELMAN, E. et al. Ten years of sustainability evaluation using the MESMIS framework: lessons learned from its application in 28 Latin American case studies. **International Journal of Sustainable Development & World Ecology**, v. 14, n. 04, p. 345-36, 2007.

TABARELLI, M. et al. Caatinga: legado, trajetória e desafios rumo à sustentabilidade. **Ciência e Cultura**, v. 70, n. 04, p. 25-29, 2018.

TARGINO, L.C. **A apicultura com suas diversidades, estudada em três diferentes municípios do estado da Paraíba**, 42f. Monografia (Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2005.

TEIXEIRA, M. N. O sertão semiárido: uma relação de sociedade e natureza numa dinâmica de organização social do espaço. **Revista Sociedade e Estado**, v. 31, n. 03, 2016.

VAN BELLEN, H. M. As dimensões do desenvolvimento: um estudo exploratório sob a perspectiva das ferramentas de avaliação. **Revista de Ciências da Administração**, v. 12, n. 27, p. 118-142, 2010.

VAN BELLEN, H. M. **Indicadores de sustentabilidade**: uma análise comparativa. Rio de Janeiro: FGV, 2007.

VERONA, L. A. F. et al. Uso de indicadores compostos na análise da sustentabilidade de agroecossistemas de base familiar na região sul do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 02, n.02, p. 491-494, 2007.

VERONA, L. A. F. **Avaliação de sustentabilidade em agroecossistemas de base familiar e em transição agroecológica na região sul do Rio Grande do Sul**. 157f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul, 2008.

VIACAVA, F. et al. SUS: oferta, acesso e utilização de serviços de saúde nos últimos 30 anos. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 23, n. 6, p. 1751-1762, 2018.

VIANA, B. F. et al. A polinização no contexto da paisagem: o que de fato sabemos e o que precisamos saber. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L., et al. (Eds.). **Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo, EDUSP, 2012. p. 51-92.

VIDAL, M. F. Desempenho da apicultura nordestina em anos de estiagem. **Caderno Setorial ETENE**, v. 02, n. 11, p. 3-10, 2017.

VIDAL, M. F. Efeitos da seca de 2012 sobre a apicultura nordestina. **Informe Rural ETENE**, v. 07, n. 02, p. 1-5, 2013.

VIEIRA FILHO, J. E. R. Heterogeneidad estructural de la agricultura familiar en el Brasil. **Revista Cepal**, v. 111, p. 103-121, 2013.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; SILVEIRA, J. M. F. J. Modelo evolucionário de aprendizado agrícola. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 10, n. 02, p. 265-300, 2011.

VIEIRA, A.; RESENDE, R. B. Rede APIS – o desafio de associar recursos e integrar competências para promover uma apicultura integrada e sustentável. In: SOUZA, D. C. (Org.). **Apicultura: manual do agente de desenvolvimento rural**. Brasília: Sebrae, 2007. p. 11-14.

VILLAS-BÔAS, J. **Manual técnico: mel de abelhas sem ferrão**. Brasília: Instituto Sociedade e Natureza (ISPN), 2012.

WACKERNAGEL, M.; REES, W. **Our ecological footprint: reducing human impact on the earth**. Canadá: New Society Publishers, 1996.

WIESE, H. et al. **Nova apicultura**. Porto Alegre: Agropecuária, 1987.

WIESE, H. **Novo manual de apicultura**. Guaíba: Agropecuária, 1995.

WILLIAMS, I. H. Insect pollination and crop production: a European perspective. In: KEVAN, P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. (eds). **Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2002. p.59-65.

WINFREE, R.; BARTOMEUS, I.; CARIVEAU, D. P. Native Pollinators in Anthropogenic Habitats. **Annual Review of Ecology Evolution Systematics**, v. 42, p. 1-22, 2011.

WITTER, S. et al. **As abelhas e a agricultura**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2014.

WRATTEN, S. D. et al. Pollinator habitat enhancement: benefits to other ecosystem services. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 159, p. 112-122, 2012.

ZANETI, I. C. B. B.; SÁ, L. M.; ALMEIDA, V. G. Insustentabilidade e produção de resíduos: a face oculta do sistema do capital. **Sociedade e Estado**, v. 24, n. 01, p. 173-192, 2009.

ZENEON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P (Coord.). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

APÊNDICE A. Matrizes de comparação AHP, normalizações e teste de consistência de cada dimensão da sustentabilidade (ambiental, social e econômica)

Matriz de comparação AHP com 8 indicadores (Dimensão Ambiental)								
Indicadores	Ambientação das colmeias	Disposição de resíduos	Conhecimento da flora apícola	Diversidade produtiva	Nível de adaptação à seca	Pastagem apícola	Qualidade de mel	Agrotóxico
Ambientação das colmeias	1	1/2	1/3	2	1	1	2	1/7
Disposição de resíduos	2	1	2	3	1	1	1	1/3
Conhecimento da flora apícola	3	1/2	1	1/3	1/3	1/2	1	1/3
Diversidade produtiva	1/2	1/3	3	1	1/2	1/3	1/2	1/5
Nível de adaptação à seca	1	1	3	2	1	2	2	1/3
Pastagem apícola	1	1	2	3	1/2	1	1	1/4
Qualidade de mel	1/2	1	1	2	1/2	1	1	1/7
Agrotóxico	7	3	3	5	3	4	7	1
TOTAL	16.00	8.33	15.33	18.33	7.83	10.83	15.50	2.74

Normalização da matriz de prioridade (Dimensão Ambiental)									
Indicadores	Ambientação das colmeias	Disposição de resíduos	Conhecimento da flora apícola	Diversidade produtiva	Nível de adaptação à seca	Pastagem apícola	Qualidade de mel	Agrotóxico	Vetor de prioridade
Ambientação das colmeias	0.06	0.06	0.02	0.11	0.13	0.09	0.13	0.05	0.08
Disposição de resíduos	0.13	0.12	0.13	0.16	0.13	0.09	0.06	0.12	0.12
Conhecimento da flora apícola	0.19	0.06	0.07	0.02	0.04	0.05	0.06	0.12	0.08
Diversidade produtiva	0.03	0.04	0.20	0.05	0.06	0.03	0.03	0.07	0.07
Nível de adaptação à seca	0.06	0.12	0.20	0.11	0.13	0.18	0.13	0.12	0.13
Pastagem apícola	0.06	0.12	0.13	0.16	0.06	0.09	0.06	0.09	0.10
Qualidade de mel	0.03	0.12	0.07	0.11	0.06	0.09	0.06	0.05	0.07
Agrotóxico	0.44	0.36	0.20	0.27	0.38	0.37	0.45	0.37	0.35
TOTAL	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Teste de consistência (Dimensão ambiental)	
Ambientação das colmeias	8.88
Disposição de resíduos	8.90
Conhecimento da flora apícola	9.08
Diversidade produtiva	8.89
Nível de adaptação à seca	8.79
Pastagem apícola	8.87
Qualidade de mel	8.75
Agrotóxico	8.88
Autovalor máximo (λ_{max})	8.9
IC	0.13
RC	0.089

Matriz de comparação AHP com 9 indicadores (Dimensão Social)									
Indicadores	Acesso aos serviços de saúde	Acesso aos serviços educacionais	Autonomia do sistema apícola	Nível de adaptação tecnológica	Nível de cooperativismo	Nível de participação familiar	Nível de satisfação apícola	Suporte financeiro	Suporte técnico
Acesso aos serviços de saúde	1	2	2	2	3	3	2	3	2
Acesso aos serviços educacionais	1/2	1	1	1	2	2	1	1	1
Autonomia do sistema apícola	1/2	1	1	1	3	3	2	3	2
Nível de adaptação tecnológica	1	1	1	1	2	1	1/2	2	1
Nível de cooperativismo	1/3	1/2	1/3	1/2	1	1	1/4	2	1
Nível de participação familiar	1/3	1/2	1/3	1	1	1	1/2	3	2
Nível de satisfação apícola	1/2	1	1/2	2	4	2	1	3	3
Suporte financeiro	1/3	1	1/3	1/2	1/2	1/3	1/3	1	1/3
Suporte técnico	1/2	1	1/2	1	1	1/2	1/3	3	1
TOTAL	4.50	9.00	7.00	10.00	17.50	13.83	7.92	21.00	13.33

Normalização da matriz de prioridade (Dimensão Social)										
Indicadores	Acesso aos serviços de saúde	Acesso aos serviços educacionais	Autonomia do sistema apícola	Nível de adaptação tecnológica	Nível de cooperativismo	Nível de participação familiar	Nível de satisfação apícola	Suporte financeiro	Suporte técnico	Vetor de prioridade
Acesso aos serviços de saúde	0.22	0.22	0.29	0.20	0.17	0.22	0.25	0.14	0.15	0.21
Acesso aos serviços educacionais	0.11	0.11	0.14	0.10	0.11	0.14	0.13	0.05	0.08	0.11
Autonomia do sistema apícola	0.11	0.11	0.14	0.10	0.17	0.22	0.25	0.14	0.15	0.16
Nível de adaptação tecnológica	0.11	0.11	0.14	0.10	0.11	0.07	0.06	0.10	0.08	0.10
Nível de cooperativismo	0.07	0.06	0.05	0.05	0.06	0.07	0.03	0.10	0.08	0.06
Nível de participação familiar	0.07	0.06	0.05	0.10	0.06	0.07	0.06	0.14	0.15	0.08
Nível de satisfação apícola	0.11	0.11	0.07	0.20	0.23	0.14	0.13	0.14	0.23	0.15
Suporte financeiro	0.07	0.11	0.05	0.05	0.03	0.02	0.04	0.05	0.03	0.05
Suporte técnico	0.11	0.11	0.07	0.10	0.06	0.04	0.04	0.14	0.08	0.08
TOTAL	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Teste de consistência (Dimensão Social)	
Acesso aos serviços de saúde	9.61
Acesso aos serviços educacionais	9.65
Autonomia do sistema apícola	9.81
Nível de adaptação tecnológica	9.49
Nível de cooperativismo	9.54
Nível de participação familiar	9.58
Nível de satisfação apícola	9.62
Suporte financeiro	9.31
Suporte técnico	9.35
Autovalor máximo (λ_{max})	9.5
IC	0.07
RC	0.047

Matriz de comparação AHP com 8 indicadores (Dimensão Econômica)								
Indicadores	Certificação de mel	Dependência de insumos externos	Escoamento da produção	Lucratividade apícola	Perda de colmeias	Perfil do apicultor	Produção de mel	Custo de produção
Certificação de mel	1	2	1	½	1/5	2	1	1/3
Dependência de insumos externos	1/2	1	1/3	1/3	1/5	1	1/2	1/3
Escoamento da produção	1	3	1	1/3	1/5	2	1/2	1/3
Lucratividade apícola	2	3	3	1	1/3	2	2	1/2
Perda de colmeias	5	5	5	3	1	3	2	3
Perfil do apicultor	1/2	1	1/2	½	1/3	1	1/3	1/2
Produção de mel	1	3	2	½	1/2	3	1	1/2
Custo de produção	3	3	3	2	1/3	2	2	1
TOTAL	14.00	21.00	15.83	8.17	3.10	16.00	9.33	6.50

Normalização da matriz de prioridade (Dimensão Econômica)									
Indicadores	Certificação de mel	Dependência de insumos externos	Escoamento da produção	Lucratividade apícola	Perda de colmeias	Perfil do apicultor	Produção de mel	Custo de produção	Vetor de prioridade
Certificação de mel	0.07	0.10	0.06	0.06	0.06	0.13	0.11	0.05	0.08
Dependência de insumos externos	0.04	0.05	0.02	0.04	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05
Escoamento da produção	0.07	0.14	0.06	0.04	0.06	0.13	0.05	0.05	0.08
Lucratividade apícola	0.14	0.14	0.19	0.12	0.11	0.13	0.21	0.08	0.14
Perda de colmeias	0.36	0.24	0.32	0.37	0.32	0.19	0.21	0.46	0.31
Perfil do apicultor	0.04	0.05	0.03	0.06	0.11	0.06	0.04	0.08	0.06
Produção de mel	0.07	0.14	0.13	0.06	0.16	0.19	0.11	0.08	0.12
Custo de produção	0.21	0.14	0.19	0.24	0.11	0.13	0.21	0.15	0.17
TOTAL	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Teste de consistência (Dimensão Econômica)	
Certificação de mel	8.41
Dependência de insumos externos	8.37
Escoamento da produção	8.32
Lucratividade apícola	8.63
Perda de colmeias	8.68
Perfil do apicultor	8.39
Produção de mel	8.34
Custo de produção	8.71
Autovalor máximo (λ_{max})	8.5
IC	0.07
RC	0.049

APÊNDICE B. Instrumento de pesquisa aplicado com os apicultores



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS



ROTEIRO DE ENTREVISTA

Identificação do Projeto de Tese: “Avaliação da sustentabilidade de sistemas apícolas fixistas *versus* migratórios do Sertão da Paraíba na ótica do MESMIS”.

Pesquisador responsável: Doutorando Carlos Antonio Lira Felipe Neto

INFORMAÇÕES GERAIS						
Nome do apicultor:						
Profissão:			Idade:			
Grau de escolaridade: () Fundamental () Médio () Superior Obs.:						
Contato:			E-mail:			
Município:			Localidade:			
Endereço:						
Distância da Cidade mais próxima (km):			Condições de Acesso: () Bom () Regular () Precário			
Nome da Propriedade:			Tamanho da propriedade (ha):			
Obs.:						
ASPECTOS SOCIOCULTURAIS						
Composição familiar						
Quantidade de membros:			Quantos se dedicam a apicultura?			
Estado de saúde (*): () 1 () 2 () 3 () 4 () 5						
Jornada de trabalho (horas/semana):			Jornada de trabalho dedicada à apicultura:			
Período de férias:			Período de descanso (horas/dia):			
Infraestrutura do lar						
Moradia: () Boa () Razoável () Ruim			Energia elétrica: () Sim () Não			
Acesso à água: () Rede pública () Poço () Fonte protegida () Fonte sem proteção () Outro						
Obs.:						
Lixo Orgânico: () Reutiliza () Queima () Joga em terreno/rio () Enterra () Coleta pública () Outro						
Lixo Comum: () Reutiliza () Queima () Joga em terreno/rio () Enterra () Coleta pública () Outro						
Equipamentos domésticos: () Fogão a gás () Fogão a lenha () Geladeira () Freezer () Batedeira/liquidificador () Televisão () Rádio () Aparelho de som () Telefone () Computador						
Veículos: () Carro passeio () veículo trabalho () Moto () Bicicleta () Carroça () Cavalo () Outro Qual? _____						
Acesso a serviços formais/públicos						
Serviços	Local disponível			Qualidade do serviço		
	Comunidade	Sede do Município	Outra cidade	Boa	Razoável	Ruim
Escola						
Médico						
Dentista						
Transporte						
Agente comunitário						

Trajatória familiar na apicultura
Têm antepassados que praticam a apicultura? () Sim () Não () Não sabe Quem?
Há quantos anos cria abelhas com ferrão?
Participação de algum tipo de organização? () Associação () Cooperativa () Sindicato rural () Outra

(*) Estado de Saúde: 1 = quase nunca adoecer (passa anos sem ter problemas); 2 = adoecer algumas vezes (doenças leves 1 ou 2 vezes por ano); 3 = adoecer com frequência (várias vezes por ano); 4 = tem limitações e ou debilidades (mal estar ou problemas constantes ou permanentes); 5 = é incapaz.

ASPECTOS ECONÔMICOS				
Unidade de Produção (Sistemas apícolas)				
Tipo da posse da terra: () Proprietário () Arrendatário () Assentado () Meeiro () Outro				
Tipologia do sistema apícola: () Fixista () Migratório Obs.:				
Condição do apiário: () Boa () Regular () Ruim Obs.:				
Qual a origem da madeira utilizada na fabricação das colmeias? () Nativa () Reflorestada () Não sabe informar Obs.:				
Quantidade de caixas racionais povoadas ou ocupadas?			2016	2017
Quantidade de apiário?		Quantidade de colmeias/apiário?		
Qual a principal atividade responsável pela renda da família? () Apicultura () Outra _____				
Pratica outras atividades? () Agricultura () Pecuária () Outra Qual?				
Insumos				
Itens	Quantidade		Gastos (R\$)	
	2016	2017	2016	2017
Mão de obra				
Transporte (apicultura migratória)				
Implantação de apiário				
Restauração de apiário				
Compra de caixas racionais				
Restauração de caixas racionais				
Alimentação artificial				
Arrendamento de terras				
Compra de ferramentas				
Outros gastos				
Obs.:				
Produtividade				
Produtos	Produção (L, Kg ou quantidade)		Rendimento (R\$)	
	2016	2017	2016	2017
Mel				
Própolis				
Polinização				
Colônias				
Pólen				
Cera				

Geleia Real				
Apitoxina				
Obs:				
A produção apícola passada em relação a atual? <input type="checkbox"/> Maior <input type="checkbox"/> Menor <input type="checkbox"/> Igual				
O preço alcançado no passado em relação ao presente? <input type="checkbox"/> Maior <input type="checkbox"/> Menor <input type="checkbox"/> Igual				
Os produtos são certificados? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Em processo de certificação				
Com a certificação, os produtos são mais valorizados? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não				
Quem determina o preço dos produtos? <input type="checkbox"/> Produtor <input type="checkbox"/> Intermediário <input type="checkbox"/> Consumidor final <input type="checkbox"/> Cooperativa <input type="checkbox"/> Associação <input type="checkbox"/> Negociado entre partes				
Dependência de financiamentos? <input type="checkbox"/> Total <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Sem				
Capacidade de gerenciamento? <input type="checkbox"/> Dificuldade <input type="checkbox"/> Dificuldade média <input type="checkbox"/> Sem dificuldade				
Destino da produção e canais de comercialização				
Via indireta? <input type="checkbox"/> Associação <input type="checkbox"/> Agroindústria <input type="checkbox"/> Supermercados <input type="checkbox"/> Atacadistas e distribuidores <input type="checkbox"/> Pequenos estabelecimentos				
Direto com o consumidor? <input type="checkbox"/> Feiras <input type="checkbox"/> Propriedade <input type="checkbox"/> Outro _____				
Perdas				
Perda de colmeias	2016	2017		
Quais as causas em 2016? <input type="checkbox"/> Predadores <input type="checkbox"/> Seca <input type="checkbox"/> Doenças <input type="checkbox"/> Outra _____				
Quais as causas em 2017? <input type="checkbox"/> Predadores <input type="checkbox"/> Seca <input type="checkbox"/> Doenças <input type="checkbox"/> Outra _____				
Práticas de manejo				
Ferramentas	Possui ("S"=Sim e "N"=Não)	Condições das ferramentas		
		Boa	Regular	Ruim
Indumentária (EPI)				
Fumigador				
Vassourinha				
Formão				
Frequência de revisão das colmeias? <input type="checkbox"/> Quinzenal <input type="checkbox"/> Mensal <input type="checkbox"/> Bimestral <input type="checkbox"/> Outra				
Substituição de rainhas improdutivas? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		Qual a frequência da substituição?		
Fortalecimento de enxames através de alimentação artificial? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não				
Fortalecimento de enxames através de transferência de favos de cria? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não				
Introdução de quadros com lâminas de cera alveolada? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não				
Assistência técnica? <input type="checkbox"/> Inexiste <input type="checkbox"/> Não satisfatória <input type="checkbox"/> Satisfatória				
ASPECTOS AMBIENTAIS				
Uso e ocupação do solo (considerando o raio médio de 3 km do apiário)				
Classes da paisagem	Distância			
	Curta (1 Km)	Razoável (2 km)	Longa (3 km)	
Solo exposto				
Vegetação primária				
Pastagem				
Cultivos agrícolas				
Moradias				
Represa de água (ex. barreiro)				
Estábulo				

Qual a principal fonte de água para as abelhas? () Rede pública () Poço () Fonte protegida () Fonte sem proteção () Outra
Há utilização de agrotóxicos na propriedade ou na vizinhança? () Sim () Não
Pratica desmatamento sem orientação técnica? () Sim () Não
Conhecimento sobre o calendário de plantas melíferas? () Sim () Não
Nível de consciência ecológica? () Sem entendimento () Médio entendimento () Alto conhecimento
Realiza o plantio de sementes ou de mudas melíferas? () Sim () Não Caso seja positivo, quais espécies de plantas?
No caso da apicultura migratória, tem-se o cuidado de transferir as colmeias para ambientes com vegetação natural e/ou diversidade de cultivos agrícolas sem o uso de agrotóxico? () Sim () Não
Consciência de que a migração de abelhas pode gerar competição por alimentos? () Sim () Não

CONSIDERAÇÕES RELEVANTES PARA CADA DIMENSÃO

SOCIAL	AMBIENTAL	ECONÔMICA

ANEXO A. Parecer de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa

UFCG - HOSPITAL
UNIVERSITÁRIO ALCIDES
CARNEIRO DA UNIVERSIDADE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação da sustentabilidade de sistemas apícolas fixistas versus migratórios do Sertão da Paraíba na ótica do MESMIS

Pesquisador: CARLOS ANTONIO LIRA FELIPE NETO

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 68725417.0.0000.5182

Instituição Proponente: Centro de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.091.525

Apresentação do Projeto:

Título: Avaliação da sustentabilidade de sistemas apícolas fixistas versus migratórios do Sertão da Paraíba na ótica do MESMIS

Autor: CARLOS ANTONIO LIRA FELIPE NETO

Resumo conforme autor:

Nos últimos tempos, o paradigma do desenvolvimento sustentável tem exigido uma reflexão maior sobre as dimensões ambiental, social e econômica acerca dos sistemas produtivos que têm garantido o desenvolvimento global. Isso tem acontecido, especialmente, em atividades agropecuárias submetidas muitas vezes a condições inapropriadas de manejo e organização, contribuindo assim para a insustentabilidade desses segmentos. Tal realidade tem sido vivenciada pela apicultura praticada no Sertão da Paraíba, cujo problema tem se agravado em virtude da vulnerabilidade climática da região. Nesse território, vem sendo desenvolvidos dois modelos distintos de apicultura (fixista e migratória), que ainda não foram analisados de maneira comparativa quanto às dimensões da sustentabilidade. Nessa perspectiva, o presente projeto de

Endereço: Rua: Dr. Carlos Chagas, s/ n

Bairro: São José

CEP: 58.107-670

UF: PB

Município: CAMPINA GRANDE

Telefone: (83)2101-5545

Fax: (83)2101-5523

E-mail: cep@huac.ufcg.edu.br

Continuação do Parecer: 2.091.525

Tese apresenta como objetivo avaliar a sustentabilidade de sistemas apícolas fixistas e migratórios, situados na Mesorregião do Sertão Paraibano. Para a sua elaboração, aplicar-se-á o Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidade (MESMIS) em aproximadamente 20 unidades produtivas de apicultura. Os dados serão coletados a partir de julho 2017 até janeiro de 2018, e sistematizados em indicadores mediante entrevistas semiestruturadas com os apicultores, pesquisa de campo (observação direta dos pesquisadores), análises laboratoriais (amostras de mel e de água) e aporte teórico. O desfecho do trabalho permitirá a validação do atual momento dos sistemas apícolas fixistas e migratórios, identificando qual modelo é mais sustentável para a área de estudo, bem como recomendará sugestões acerca daqueles indicadores com desempenhos insatisfatórios. Essas contribuições são extremamente válidas para conduzir e aprimorar esses sistemas produtivos a níveis cada vez sustentáveis em uma região vitimada pela ação do homem, pela semiaridez e pelas drásticas projeções climáticas.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

- Avaliar a sustentabilidade de sistemas apícolas fixistas e migratórios, situados na Mesorregião do Sertão Paraibano, mediante aplicação do Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS).

Objetivos secundários:

- Determinar e caracterizar sistemas apícolas fixistas e migratórios situados na Mesorregião do Sertão Paraibano;
- Identificar pontos críticos que afetam ou favorecem a sustentabilidade de sistemas apícolas, objetos deste estudo;
- Definir indicadores de sustentabilidade que sejam capazes de representar a realidade dos sistemas apícolas, levando em consideração o MESMIS e a vivência dos apicultores;
- Propor parâmetros de medição dos indicadores selecionados, levando em consideração o aporte teórico, as entrevistas, a pesquisa de campo e as análises laboratoriais;
- Monitorar os indicadores de sustentabilidade nas dimensões ambiental, econômica e social, sob

Endereço: Rua: Dr. Carlos Chagas, s/ n
Bairro: São José **CEP:** 58.107-670
UF: PB **Município:** CAMPINA GRANDE
Telefone: (83)2101-5545 **Fax:** (83)2101-5523 **E-mail:** cep@huac.ufcg.edu.br

Continuação do Parecer: 2.091.525

o recorte temporal de 2016 e 2017;

- Mensurar o índice de sustentabilidade dos sistemas apícolas fixistas;
- Mensurar o índice de sustentabilidade dos sistemas apícolas migratórios;
- Comparar os níveis de sustentabilidade entre os sistemas apícolas fixistas e os sistemas migratórios, desenvolvidos na Mesorregião do Sertão Paraibano.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos conforme autor:

Os riscos desta pesquisa não tem como serem dimensionados neste momento, sendo, portanto, não previsíveis.

Benefícios conforme autor:

- Conhecimento dos pontos críticos sobre os sistemas de produção apícola a partir da visão dos atores sociais locais (especialmente os apicultores) e da observação não participante dos pesquisadores;- Proposição de indicadores de sustentabilidade que permita o reconhecimento da realidade vivenciada nos sistemas apícolas do Sertão Paraibano;- Medição e monitoramento dos indicadores selecionados nas esferas ambiental, social e econômica com base no aporte teórico, nas entrevistas, na pesquisa de campo e nas análises laboratoriais;- Aprimoramento das potencialidades que fortalecem (ambiental, social e economicamente) os sistemas apícolas da região estudada.- Proposição de mudanças de comportamento por parte dos apicultores, das entidades envolvidas (associações e cooperativas) e do poder público e privado a fim de reverter às situações caóticas ou insustentáveis.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa permitirá a validação do atual momento dos sistemas apícolas fixistas e migratórios, identificando qual modelo é mais sustentável para a área de estudo, bem como recomendará sugestões acerca daqueles indicadores com desempenhos insatisfatórios. Essas contribuições são extremamente válidas para conduzir e aprimorar esses sistemas produtivos a níveis cada vez sustentáveis em uma região vitimada pela ação do homem, pela semiaridez e pelas drásticas projeções climáticas.

Endereço: Rua: Dr. Carlos Chagas, s/ n
Bairro: São José **CEP:** 58.107-670
UF: PB **Município:** CAMPINA GRANDE
Telefone: (83)2101-5545 **Fax:** (83)2101-5523 **E-mail:** cep@huac.ufcg.edu.br

UFCG - HOSPITAL
UNIVERSITÁRIO ALCIDES
CARNEIRO DA UNIVERSIDADE



Continuação do Parecer: 2.091.525

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foi apresentado os seguintes itens:

- Informações Básicas do Projeto
- Termo de Anuência da Instituição
- Termo de Compromisso e Divulgação dos Resultados
- Instrumento de Coleta
- Termo de Compromisso dos Pesquisadores
- TCLE
- Folha de Rosto
- Projeto de Tese

Recomendações:

- Colocar os riscos, mesmo que difíceis de previsão.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

A pesquisa está de acordo com o que preconiza a Resolução CNS nº 466/12. Logo, somos de parecer favorável a aprovação da pesquisa neste CEP.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_888501.pdf	23/05/2017 16:32:46		Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Termo_Anuencia_Institucional.pdf	23/05/2017 16:31:33	CARLOS ANTONIO LIRA FELIPE NETO	Aceito
Outros	Termo_Compromisso_Divulgacao_dos_Resultados.pdf	23/05/2017 16:30:53	CARLOS ANTONIO LIRA FELIPE NETO	Aceito
Outros	Instrumento_de_Coleta.pdf	23/05/2017 16:28:54	CARLOS ANTONIO LIRA FELIPE NETO	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_Compromisso_dos_Pesquisadores.pdf	23/05/2017 16:26:34	CARLOS ANTONIO LIRA FELIPE NETO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	23/05/2017 16:26:16	CARLOS ANTONIO LIRA FELIPE NETO	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto.pdf	23/05/2017	CARLOS ANTONIO	Aceito

Endereço: Rua: Dr. Carlos Chagas, s/ n

Bairro: São José

CEP: 58.107-670

UF: PB

Município: CAMPINA GRANDE

Telefone: (83)2101-5545

Fax: (83)2101-5523

E-mail: cep@huac.ufcg.edu.br

UFCG - HOSPITAL
UNIVERSITÁRIO ALCIDES
CARNEIRO DA UNIVERSIDADE



Continuação do Parecer: 2.091.525

Folha de Rosto	Folha_de_Rosto.pdf	16:25:23	LIRA FELIPE NETO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Tese.doc	03/04/2017 16:22:38	CARLOS ANTONIO LIRA FELIPE NETO	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CAMPINA GRANDE, 30 de Maio de 2017

Assinado por:
Januse Nogueira de Carvalho
(Coordenador)

Endereço: Rua: Dr. Carlos Chagas, s/ n
Bairro: São José **CEP:** 58.107-670
UF: PB **Município:** CAMPINA GRANDE
Telefone: (83)2101-5545 **Fax:** (83)2101-5523 **E-mail:** cep@huac.ufcg.edu.br