

**Avaliação da sustentabilidade em agroecossistemas de produção de bananeira com a aplicação do método MESMIS**

**Sustainability assessment in bananeira production agroecosystems with the application of the MESMIS method**

**Evaluación de la sostenibilidad en agroecosistemas de producción bananera mediante el método MESMIS**

Recebido: 30/08/2020 | Revisado: 03/09/2020 | Aceito: 06/09/2020 | Publicado: 06/09/2020

**Luany Gabriely da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8655-3292>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: [gabriely.ifrn2014@gmail.com](mailto:gabriely.ifrn2014@gmail.com)

**Gerda Lúcia Pinheiro Camelo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3986-408X>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: [gerda.camelo@ifrn.edu.br](mailto:gerda.camelo@ifrn.edu.br)

**Resumo**

O presente artigo é fruto da dissertação de mestrado em ciências ambientais, e se volta ao estudo da sustentabilidade de agroecossistemas de produção de bananeira na região do Vale do Açu, no ponto de vista do Marco de Avaliação de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidade (MESMIS). O objetivo do trabalho foi avaliar a sustentabilidade de dois agroecossistemas, realizando, para isso, um estudo comparativo entre os sistemas alternativo e convencional da bananeira. Os dados foram obtidos a partir da realização de pesquisa exploratória, entrevistas semiestruturadas, análises laboratoriais, observações, e a metodologia proposta pelo MESMIS, de forma que as sistematizações e considerações realizadas pelos entrevistados foram consideradas para a determinação dos passos do MESMIS. A partir disso, conclui-se que a produção do agroecossistema alternativo é mais sustentável do que a do convencional, uma vez que o primeiro apresentou situação desejada de sustentabilidade, enquanto o segundo deu prioridade à produtividade, descuidando-se, dessa maneira, em detrimento às dimensões da sustentabilidade socioambiental.

**Palavras-chave:** Agricultura familiar; MESMIS; Sistemas.

### **Abstract**

This article is the result of a master's dissertation in environmental sciences, and focuses on the study of the sustainability of banana production agro-ecosystems in the Vale do Açu region, from the point of view of the Management Systems Assessment Framework Incorporating Sustainability Indicators (MESMIS). The objective of the work was to evaluate the sustainability of two agroecosystems, carrying out, for this, a comparative study between the alternative and conventional banana systems. The data were obtained from the performance of exploratory research, semi-structured interviews, laboratory analyzes, observations, and the methodology proposed by MESMIS, so that the systematizations and considerations made by the interviewees were considered to determine the steps of MESMIS. From this, it is concluded that the production of the alternative agroecosystem is more sustainable than that of the conventional, since the first presented a desired situation of sustainability, while the second gave priority to productivity, thus neglecting itself, to the detriment dimensions of socio-environmental sustainability.

**Keywords:** Family agriculture; MESMIS; Systems.

### **Resumen**

Este artículo es el resultado de una tesis de maestría en ciencias ambientales, y se enfoca en el estudio de la sustentabilidad de los agroecosistemas de producción bananera en la región de Vale do Açu, desde el punto de vista del Marco de Evaluación de Sistemas de Gestión Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS). El objetivo del trabajo fue evaluar la sostenibilidad de dos agroecosistemas, realizando, para ello, un estudio comparativo entre los sistemas bananeros alternativo y convencional. Los datos se obtuvieron de la realización de investigaciones exploratorias, entrevistas semiestructuradas, análisis de laboratorio, observaciones y la metodología propuesta por MESMIS, por lo que se consideraron las sistematizaciones y consideraciones realizadas por los entrevistados para determinar los pasos del MESMIS. De esto se concluye que la producción del agroecosistema alternativo es más sustentable que la del convencional, ya que el primero presentó una deseada situación de sustentabilidad, mientras que el segundo dio prioridad a la productividad, descuidándose así, en detrimento dimensiones de la sostenibilidad socioambiental.

**Palabras clave:** Agricultura familiar; MESMIS; Sistemas.

## 1. Introdução

Este estudo trata de um dos temas mais delicados da atualidade no que tange à questão agrária do século XXI: a agricultura familiar. A dúvida que assombra desde a metade do século XIX se consolida na contemporaneidade com a conjuntura do atual governo: qual será o destino da agricultura familiar e da sustentabilidade com o crescimento dos incentivos ao agronegócio? É notório que a agricultura familiar brasileira possui uma diversidade agrícola com valor inestimável com capacidade de sobrevivência e adaptação às novas situações que ocorrem constantemente na sociedade, porém, necessita de incentivos do governo para que mostre o seu potencial de produção e de valorização do saber camponês. No Brasil, dados do censo agropecuário de 2017 apontaram que a agricultura familiar representa 84,4% dos estabelecimentos rurais, correspondendo a 34% da área total ocupada pela agricultura em todo o país. A região Nordeste possui uma representatividade de mais de 50% desses estabelecimentos, o que corresponde a 35% da área total dessa região predestinada à agricultura familiar. Assim, aponta-se esse tipo de agricultura como sendo correspondente a 38% do valor bruto da produção, e destaca-se o formidável papel como fornecedora de alimentos da cesta básica para a população brasileira (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017).

De acordo com o exposto anteriormente, Borges et al. (2020), ressaltam o papel fundamental que a agricultura familiar tem, pois a maior parte dos alimentos consumidos pela sociedade é oriunda de sua produção. Portanto, sua permanência e fortalecimento são de grande importância, não só pelo respeito que devem merecer como grupo social, mas também pelo apoio à segurança alimentar, à produção de matérias-primas, ao desenvolvimento local e regional e à conservação da natureza.

Dessa forma, “torna-se inevitável o reconhecimento do número de estabelecimentos, por sua participação na economia e pelo modelo diferenciado de alta qualidade da produção agrícola” (Verona, 2008, p.20). A agricultura familiar brasileira tem peso importante na estrutura agrária nacional, além de ser responsável pela geração de empregos, por ocupações, pela renda e pela produção de alimentos destinados ao mercado doméstico (Aquino, Gazolla & Schneider, 2018, p.137). Isso proporciona, por consequência, um ambiente favorável ao fortalecimento do setor agrícola, considerando a inclusão de famílias que vivem no campo, as quais, de acordo com Buainain e Batalha (2007, p.12), “exploram minifúndios, em condições de extrema pobreza, como produtores inseridos no moderno agronegócio e que logram gerar renda várias vezes superior àquela que define a linha de pobreza”.

Tal modelo de agricultura tem gerado inquietações com relação às questões ambientais e tem sido alvo de alguns questionamentos, principalmente em virtude da influência dos princípios propagados pelo pacote tecnológico, oriundos da revolução verde na região Nordeste. De acordo com Albano (2008), essa revolução teve início na década de 1950, em um movimento que seguiu tendências internacionais estabelecidas como desdobramento da Segunda Guerra Mundial.

Dentro de tal situação, a agricultura de base ecológica, com destaque à agricultura familiar, exerce um papel fundamental como fornecedora de alimentos de boa qualidade, uma vez que propicia abordagem adequada aos recursos naturais. Embasados nessa perspectiva, surgem estudos envolvendo a avaliação da sustentabilidade na agricultura, de forma a identificar dificuldades de diagnóstico pela abordagem reducionista que ainda prevalece entre profissionais das ciências agrárias e entre muitos outros pesquisadores, o que gera dificuldades para entender a complexidade do tema, o qual requer uma abordagem holística e sistêmica (Sarandón, 2002). Nesse sentido, é possível notar, nas contribuições da agenda 2030, menções à garantia de sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implantação de práticas agrícolas resilientes, as quais aumentam a produtividade e a produção; auxiliam e mantêm os ecossistemas; fortalecem a capacidade de adaptação às mudanças do clima, às condições meteorológicas extremas, às secas, às inundações e outros desastres; e melhoram progressivamente a qualidade da terra e do solo (Nações Unidas do Brasil, 2015).

Nesse contexto, em que é possível evidenciar quão importante é a agricultura para a sobrevivência, sua relevância está na capacidade de ser uma atividade econômica que possui intenso aporte para “problemas ambientais [...] no esgotamento dos solos devido às técnicas pragmáticas de plantio, como também em virtude de cultivos convencionais que representam uma intensa ameaça pelo fato de extraírem sempre os mesmos nutrientes do solo e de não darem a possibilidade de descanso” (Rodrigues, 2014, p.07). Segundo Gliessman (2009), esse sistema é caracterizado como sendo monocultivo e tem por atributo a dominância de uma única espécie na mesma área.

As discussões acerca do tratado da necessidade de mudanças, já que a agricultura familiar torna - se pertinente do redesenho de agroecossistemas sustentáveis. Ademais, é preciso buscar, de forma adequada, a inserção das políticas públicas de maneira a evitar a deflagração da crise ambiental por mais tempo, configurando, assim, problemas futuros, de forma que se garanta “a capacidade dinâmica dos ecossistemas de consertarem seus desvios do equilíbrio mediante processos naturais preservadores da complexa rede de ciclos biogeoquímicos que sustentam a vida no planeta” (Cavalcanti, 1994, p.17). Nesse sentido,

Aquino e Silva Filho (2015) destacam que a região do Vale do Açu se apresenta como uma das localidades do Rio Grande do Norte com potencial exitoso para atividades produtivas relacionadas ao agronegócio e à agricultura familiar, tendo em vista que são favorecidas pela maior barragem do estado do Rio Grande do Norte, a Engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves, mais conhecida como Barragem do Açu, no rio Piranhas-Açu, com capacidade de armazenamento de 2,4 bilhões de metros cúbicos de água, o que insere o município de Ipanguaçu nos mercados interno e externo de fruticultura (Borges, 2002; Rio Grande do Norte, 2010; Vidal, 2010; Sena, 2010). Além de possuir solo de alta fertilidade, ressaltando, nesse estudo, a predominância do Neossolos Flúvicos (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2013), a região é provida em recursos naturais necessárias à realização de projetos na área da fruticultura irrigada.

Dessa forma, segundo Aquino e Silva Filho (2015), essa localidade é rica em água doce, solos férteis, elementos da biodiversidade, gás natural, petróleo, minerais e ventos. Localiza-se próximo aos principais centros consumidores do Rio Grande do Norte e dos estados vizinhos, o que lhe possibilita benefícios competitivos de mercado, permitindo a visibilidade de investimentos de distintas partes do Brasil e do mundo. Quanto aos aspectos físicos, tal barragem é cortada e banhada pelo Rio Piancó-Piranhas-Açu, integra o bioma caatinga e está inserida em plenos domínios do clima semiárido, apresentando temperaturas médias de 28 graus e precipitações anuais normais, as quais giram em torno de 700 mm (Aquino, Silva Filho & Miranda, 2013). Nesse sentido, Alves, Aquino e Silva Filho (2018) retratam que na região do Vale do Açu, sobretudo nos municípios de Ipanguaçu e Carnaubais, a fruticultura irrigada tem contribuído para a intensa exploração e poluição dos recursos naturais desse vale, provocando, assim, graves impactos ambientais<sup>1</sup>, que se apresentam como desafios importantes para o futuro da região.

Ainda há, atualmente, uma demanda cada vez maior por produtos limpos, ou seja, sem o uso de insumos agroquímicos e agrotóxicos, o que tem possibilitado à agricultura familiar um novo nicho de mercado nessa região, de maneira a fortalecer as práticas sustentáveis na busca de produtos diferenciados, com uso mínimo de agrotóxicos nas propriedades de produção caracterizadas como de agricultura familiar. Nessa perspectiva, tendo como foco as temáticas sociais, ambientais e econômicas relacionadas à expansão da comercialização da

---

<sup>1</sup> Segundo Alves, Aquino e Silva Filho (2018) os impactos ambientais causados pela monocultura da banana e pela fruticultura irrigada desenvolvida com o uso de agrotóxicos e adubos químicos é generalizado na região, tanto nas grandes fazendas como nas pequenas e médias propriedades. O estilo de agricultura adotado põe em risco a saúde humana e o meio ambiente, uma vez que maioria dos agricultores não conta com orientação técnica para usar esses produtos e as estruturas de fiscalização são extremamente precárias no Vale do Açu.

fruticultura, o papel deste tipo de agricultura, neste arranjo produtivo, permitiu identificar estudos realizados nessa região, utilizando o MESMIS, sobre o qual Formiga Júnior (2014) destaca o estudo do melão em Mossoró.

No Brasil, o MESMIS ainda é pouco utilizado, porém algumas experiências merecem ser destacadas, como as de Matos Filho (2004), Almeida e Fernandes (2005), Corrêa (2007), Verona (2008) e, mais especificamente na região Nordeste, os estudos de Alencar (2018), Formiga Júnior (2014), Silva e Cândido (2014), Camelo (2013) e Lacerda e Cândido (2013), todas na região semiárida. No entanto, apesar da abrangência dessas pesquisas, não se identifica o uso de tal método nos municípios de Ipanguaçu e Carnaubais para a avaliação da sustentabilidade de agroecossistemas familiares do cultivo da bananeira irrigada sob o sistema alternativo (destacando os policultivos que abarcam os cultivos de duas ou mais espécies em uma mesma área) e convencional (destacando o monocultivo, ou seja, o plantio de uma única espécie em uma área). Nesse contexto, foi possível observar que, nesses estudos, não se incluía a temática de avaliação da sustentabilidade dos agroecossistemas irrigados de bananeira sob a avaliação do método.

De acordo com pesquisas realizadas nos repositórios das bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Universidade Estadual do Rio Grande do Norte (UERN), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) - *Campus* Ipanguaçu, existe apenas um estudo direcionando ao MESMIS, que é o estudo de Formiga Júnior (2014), da UFRN, com o trabalho do melão em Mossoró. Assim sendo, para atender às necessidades da pesquisa e facilitar o entendimento da realidade local, optou-se por utilizar este modelo de avaliação de sustentabilidade, proposto por Maser, Astier e López – Ridaura (1999), uma vez que ele se apresenta como ponto inicial para avaliação de sistemas de manejo de recursos naturais voltados aos agroecossistemas de base familiar. Além disso, ele permite a avaliação da sustentabilidade de maneira crítica em relação às definições operacionais aos indicadores e às práticas para a gestão de recursos naturais na agricultura familiar, tendo como referência o sistema alternativo e convencional de Ipanguaçu e Carnaubais.

Os estudos de avaliações de sustentabilidade de agroecossistemas são importantes para compreender as atuais ocorrências nas unidades de produção, de maneira a possibilitar uma proposta de desenvolvimento sustentável dessa atividade para o futuro. Tal proposta de avaliação parte do entendimento de uma agricultura sustentável e de abordagem nas dimensões socioeconômicas e ambientais, nas quais a família ocupa o centro das questões levantadas. Nesse sentido, surgiram questionamentos sobre a sustentabilidade dos sistemas

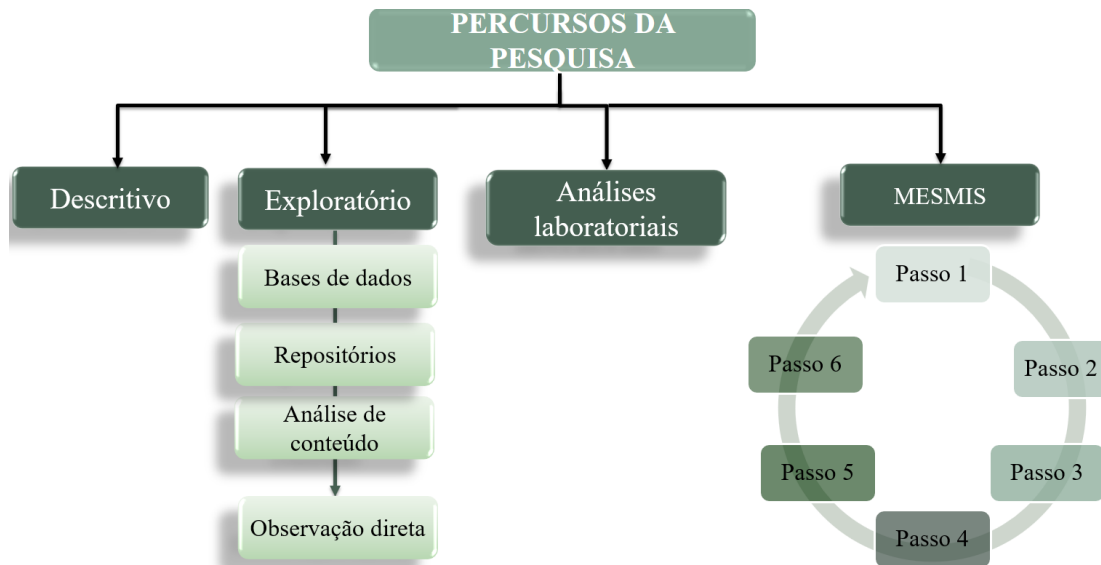
empregados nos agroecossistemas familiares do sistema da bananeira irrigada variedade pacovan, a saber: o policultivo, atrelado ao predomínio de técnicas de produção agrícola teoricamente “alternativas”, denominado de alternativo, e o convencional, que valoriza as técnicas oriundas da revolução verde que prioriza a monocultura. Tendo em vista a importância da produção da bananeira no Vale do Açu, bem como a representatividade dessa atividade, buscou-se, através desse estudo, avaliar a sustentabilidade de agroecossistemas familiares em dois municípios do Vale do Açu. Para isso, foi realizado um estudo comparativo entre os sistemas alternativo e convencional da bananeira irrigada, situados nos municípios de Ipanguaçu e Carnaubais, no Estado do Rio Grande Norte, mediante aplicação do MESMIS.

O presente trabalho de conclusão de curso foi elaborado no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Uso Sustentável de Recursos Naturais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Considera-se que a característica interdisciplinar do trabalho, mostra-se relevante por apresentar um processo de avaliação da sustentabilidade de agroecossistemas familiares contribuindo para o desenvolvimento sustentável das famílias e conseqüentemente da região do Vale do Açu – RN, permitindo uma análise que abrangesse as diferentes interfaces entre a linha de pesquisa sustentabilidade e gestão dos recursos naturais proposta pelo programa. O desenvolvimento deste trabalho se deu através do envolvimento das pesquisadoras com os atores sociais da pesquisa. Como produto final desse artigo científico, será disponibilizado o MESMIS como indutor de agricultura sustentável na Região do Vale do Açu o qual possibilitará a reaplicação do MESMIS em outros agroecossistemas da região, adotando o mesmo como base de comparação dos agroecossistemas e atores sociais interessados em aplicar e gerir melhor seus sistemas.

## **2. Metodologia**

Nesta seção é abordada a caracterização da área de estudo e avaliação da sustentabilidade através do método MESMIS, conforme Fluxograma 1.

**Fluxograma 1** – Percursos metodológico da pesquisa.



Fonte: Autoras (2020).

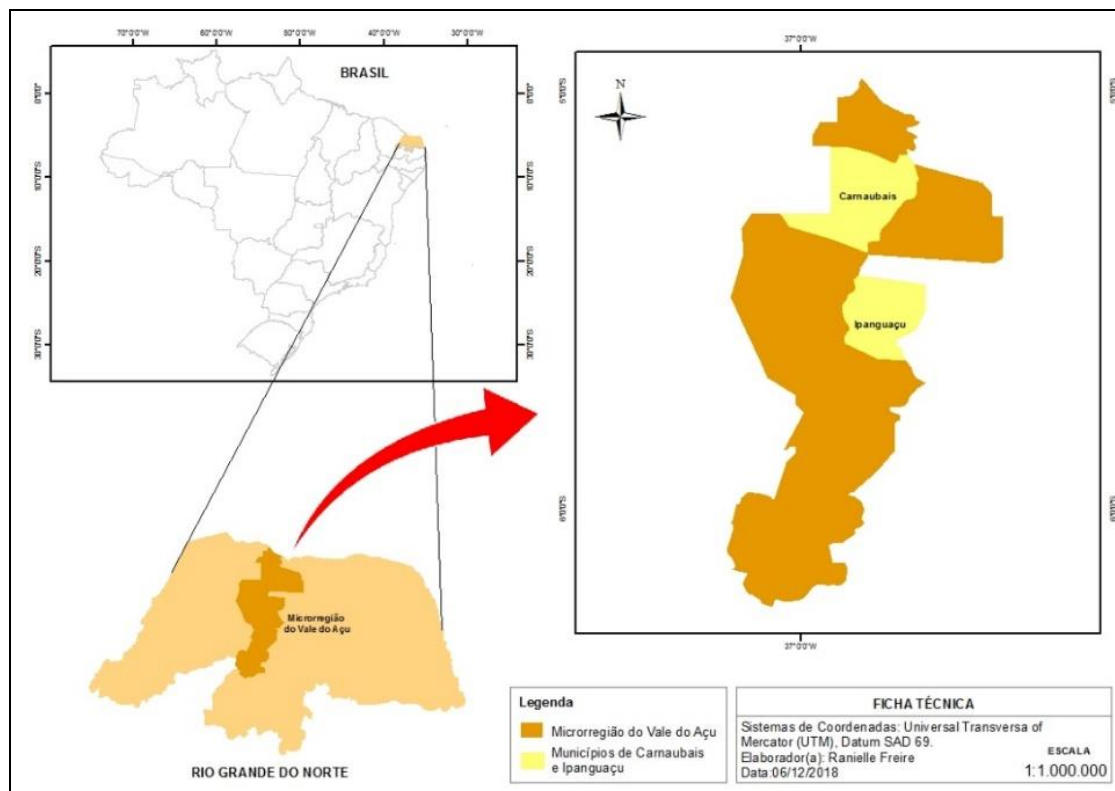
O Fluxograma 1 supracitado descreve, o percurso da pesquisa e as etapas executadas dentro do método MESMIS, para o levantamento dos indicadores de sustentabilidade dos agroecossistemas avaliados.

## 2.1 Caracterização da Área de Estudo

O estudo foi realizado a partir do recorte temporal iniciado no período de 2017 estendido até janeiro de 2019, com a finalidade de avaliar a sustentabilidade da agricultura familiar em agroecossistemas de cultivo de bananeiras localizados na microrregião do Vale do Açu – RN, especificamente nos municípios de Ipanguaçu e Carnaubais, de acordo com o Mapa 1.



**Mapa 1** – Mapa de localização dos municípios do estudo, Brasil.



Fonte: IBGE (2006).

Foram estudados dois agroecossistemas, sendo um alternativo e outro convencional (referência), os quais possuem ênfase na atividade de produção da bananeira irrigada, selecionados a partir dos critérios de (1) localidade; (2) cultivos de bananeira irrigada; (3) e técnicas de cultivo empregadas. Segundo Masera, Astier e López-Ridaura (1999), o sistema de referência concebe o desenho técnico e social mais praticado na região, enquanto o sistema alternativo é aquele em que foram agrupadas inovações tecnológicas ou sociais com relação ao sistema de referência. Sendo assim, o policultivo ou o consórcio são exemplos de inovação tecnológicas, de acordo com Masera, Astier e López-Ridaura (2000), e estão inter-relacionado com os princípios agroecológicos (Gliessman, 2009). Com isso, os sistemas de manejo em monocultivo dos dois municípios da região estudada foram classificados como sistema convencional, enquanto que o sistema de policultivo foi classificado como sistema alternativo. Ambos agroecossistemas possuem 18 ha de área plantada e possuem produção de bananeira irrigada.

O presente estudo é caracterizado, como descritivo enquanto opção metodológica em avaliação, já que visa, entre outros aspectos, sistematizar e analisar dados, por meio de interpretação fiel, pensamento que é confirmado por Gil (2009) quando afirma que esse tipo de estudo tem como objetivo primordial a descrição das características e fenômenos de

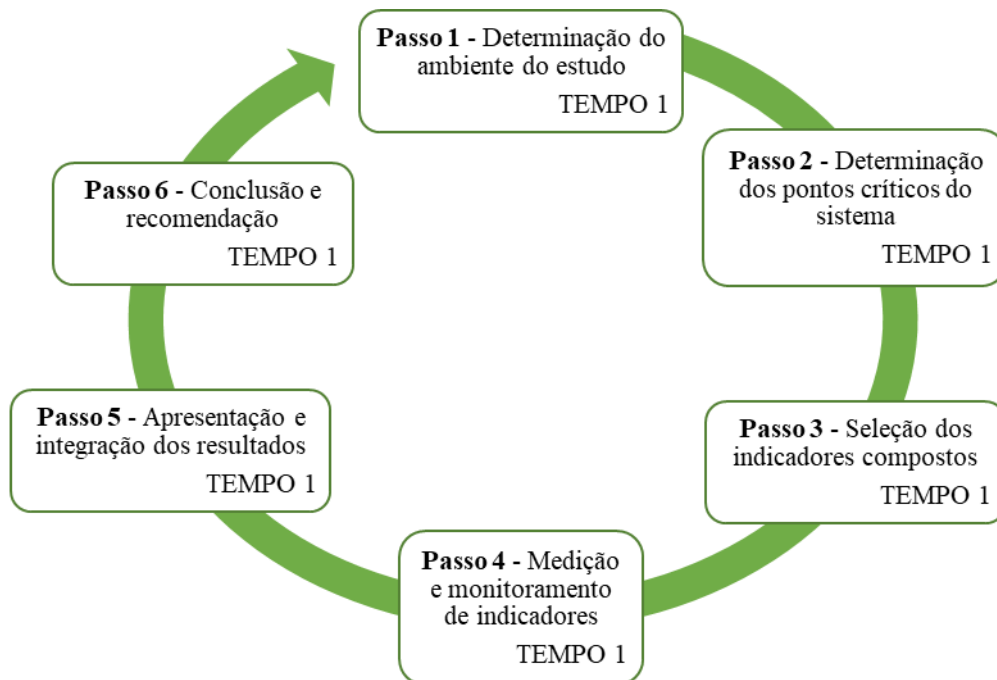
determinada realidade. Além disso, também é considerado exploratório, por realizar levantamento bibliográfico a fim de tornar o problema ao qual se refere mais preciso ou levantar hipóteses analisáveis para estudos posteriores.

Com relação aos meios, é considerada pesquisa bibliográfica e de campo. Primeiramente se faz bibliográfica porque foram consultados artigos, dissertações, teses e livros acerca do tema da pesquisa, nos repositórios da UFRN, UFERSA e do IFRN, além de artigos de periódicos qualificados, nas bases *SciELO* e *Scopus*. Além disso, é considerada pesquisa de campo por ter coletado dados primários através de uma entrevista realizada nos dois agroecossistemas. Assim, o universo da pesquisa constitui-se de duas famílias que vivem nas comunidades de Chambá (Carnaubais) e Distrito de Base Física (Ipanguaçu). Quanto à abordagem, é tida como pesquisa qualitativa e quantitativa, a qual, na concepção de Godoy (1995), é aquela que aborda a diversidade existente e apresenta características essenciais, entre elas o ambiente natural como fonte direta de dados. No caso em estudo, isso foi possível pela participação dos atores sociais, sendo admissível, portanto, determinar, nessa primeira etapa, as unidades de análises de forma a caracterizar os agroecossistemas em estudo e, por meio das informações coletadas, identificar as principais características ambientais e socioeconômicas dos agroecossistemas.

Para a realização do estudo, o instrumento de coleta de dados usado foi a entrevista semiestruturada (Gil, 2009), com questões fechadas e abertas, extraída e adaptada de Verona (2008). Para a análise qualitativa da pesquisa, foi utilizada a análise de conteúdo, que “é uma técnica de pesquisa que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens onde, por meio de indicadores, busca-se conhecer as condições de produção” (Bardin, 2016). A partir dela, é possível realizar recortes das falas dos agricultores (as) familiares para dar respaldo à criação dos indicadores simples e compostos, na determinação dos pontos críticos, e também atribuir notas aos indicadores mediante sua situação, enquanto que, na quantitativa, há frequência absoluta e relativa. Isso se faz necessário para que haja a compreensão dos aspectos relacionados à avaliação da sustentabilidade na agricultura familiar presentes nos trabalhos do acervo bibliográfico, conforme sistematização do método MESMIS onde ele avalia a sustentabilidade através de uma sequência de “**passos**”, em diversos “**tempos**”. De acordo com Masera, Astier e López-Ridaura (1999), o passo diz respeito a fase (período, etapa) em que são realizadas algumas atividades no processo de avaliação da sustentabilidade. O “tempo é considerado o conjunto de passos realizados no processo de avaliação da sustentabilidade, podem ser desdobrados, conforme a necessidade sentida e a possibilidade de realização (T1, T2, T3...). O T1 é o ponto

de partida da avaliação a partir do qual os tempos posteriores servirão para realizar as modificações exigidas e possíveis nos agroecossistemas e, assim, continuar com o monitoramento da sustentabilidade. Vejamos, no fluxograma 2, a visualização do MESMIS, em cada passo e tempo 1.

**Fluxograma 2** – Ciclo de avaliação proposto pelo MESMIS.



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

Sendo assim, para realizar a análise e interpretação do conteúdo em cada categoria, os dados foram extraídos e organizados em planilhas do *Microsoft Excel*. A partir disso, foi realizada uma comparação transversal, ou seja, foram comparados os dois agroecossistemas (critérios da sustentabilidade da agricultura familiar contidos no próprio modelo). Os elementos balizadores para a condução da pesquisa foram obtidos pelas pesquisadoras com base na metodologia utilizada pelo MESMIS (Masera, Astier & López-Ridaura, 1999), formada por um ciclo de seis passos, conforme a descrição a seguir.

#### **Passo 1** - determinação do ambiente do estudo

Nesta etapa foi realizado um diagnóstico dos agroecossistemas, incluindo características gerais, sistemas de manejo e contextos social, econômico e ambiental. Apesar de contemplar sistemas distintos, dois critérios de seleção de perfil dos entrevistados

precisaram ser atendidos e, por motivos estruturais das etapas do MESMIS, houve a influência de fatores. O primeiro critério de seleção do perfil dos entrevistados surgiu em contato prévio com os atores sociais dessa pesquisa.

Na primeira visita de campo, foi evidenciado que o sistema mais utilizado em Ipanguaçu é o que faz uso das técnicas convencionais de monocultivo, enquanto Carnaubais possui uma propriedade que cultiva em sistema alternativo (policultivo). Por esse motivo, para apreciar este critério, foi realizada uma pesquisa exploratória nos locais de estudo. O segundo critério, por sua vez, leva em conta os sistemas de produção, tendo em vista que o método solicita, em sua estrutura, um sistema de referência que é mais utilizado e outro alternativo. No caso em questão, tem-se um agroecossistema com sistema convencional e outro alternativo.

### **Passo 2** - determinação dos pontos críticos do sistema

Os atributos de sustentabilidade (produtividade, estabilidade, resiliência, confiabilidade, adaptabilidade, equidade e autogestão) foram abordados por meio dos pontos críticos que, por sua vez, são utilizados para determinação dos critérios de diagnóstico, os quais se direcionaram à seleção dos indicadores de sustentabilidade. Para verificar os pontos críticos, foi preciso determinar quais situações potencializam ou limitam a sustentabilidade dos agroecossistemas. Isso foi feito, por sua vez, com o auxílio de um roteiro de entrevista semiestruturada em um diálogo com as famílias de cada agroecossistema pesquisado.

A coleta desses dados resultou, então, em uma lista de pontos críticos, construída conjuntamente com os atores sociais, fazendo com que a sistematização desses dados tenha cumprido com a necessidade de representação de todos os atributos de sustentabilidade e permitido a determinação dos critérios de diagnóstico.

### **Passo 3** - seleção dos indicadores compostos

Com a seleção dos indicadores simples foi possível determinar os indicadores compostos, quando elencados os critérios de diagnóstico. Para atender a um critério desse tipo, foi necessário um ou mais indicadores; estes foram, então, agrupados por similaridade de objetivo, formando indicadores de sustentabilidade compostos conforme Masera, Astier & López-Ridaura (1999).

Para a dimensão ambiental, foram utilizados indicadores que avaliam o recurso hídrico, tais como disponibilidade e qualidade da água. Além desses, também foram

utilizados indicadores que avaliam o recurso do solo, a saber: fertilidade e textura do solo e diversidade de espécies e área de reserva.

#### **Passo 4** - medição e monitoramento de indicadores

Tendo em vista que a avaliação de sustentabilidade proposta neste estudo é transversal, as unidades de manejo foram estudadas em um período de tempo determinado, entre os anos de 2017 a 2019, com aplicação de entrevista em agosto, setembro e dezembro de 2018. A obtenção de dados junto aos agricultores (as) familiares ocorreu por meio de entrevistas previamente elaboradas, as quais permitiram a sistematização dos dados em valores numéricos (gráfico radial e tabelas). Esse processo de sistematização, chamado de normalização, determinou limiares ou valores de referência dos indicadores, os quais foram selecionados de acordo com a realidade dos agroecossistemas, bem como em dados secundários, para que fosse possível a mensuração adequada. Portanto, foram realizadas quatro análises laboratoriais de água e solo (duas para cada agroecossistema), de acordo com os parâmetros estabelecidos pela norma vigente, a saber:

- a) Análises da água: microbiológica e físico-química, para que fosse possível promover a normalização dos dados:

As amostras de água provenientes dos dois poços nos municípios de Ipanguaçu e Carnaubais foram analisadas durante o período de fevereiro a março de 2019. Um total de quatro amostras de água foi coletado em frascos de plástico estéreis e transportados ao Núcleo de Análises de Águas, Alimentos e Efluentes (NAAE) em condições isotérmicas no intervalo de, no máximo, 2 horas. Nessas amostras realizou-se contagem de Coliformes Totais, *Escherichia coli* e físico – química de forma a analisar a condutividade elétrica, cor aparente, turbidez, pH, gosto, odor, sólidos totais, sólidos totais dissolvidos, sólidos em suspensão, alcalinidade a hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos, dureza total, nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrito sódio, potássio, cálcio, magnésio, ferro carbonato, sulfato, cloreto e a classificação quanto a salinidade, conforme resultados de cada agroecossistemas. As amostras foram coletadas e preparadas de acordo com *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*.

b) Análises de solo: fertilidade, granulometria e sugestão para adubação:

A coleta do solo foi realizada em áreas heterogêneas não muito extensas, na projeção das copas das plantas e entre plantas, mas próximos a elas por meio da caminhada em zigzague de forma a percorrer toda a área ao acaso, coletando porções de solo de 12 a 20 locais diferentes, utilizando um trado holandês e um balde de plástico, para coleta das amostras. A classificação do solo foi feita segundo as especificações da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), usando-se para isso um ponto representativo de coleta de solo em cada um dos locais. As amostras coletadas para análise foram compostas, cada uma, por cinco subamostras. Considerando a profundidade de 20 cm ambiente de solo importante para o desenvolvimento da bananeira, em cada ponto de coleta foi amostrado o solo em duas camadas: 0 a 20 cm. As amostras para as análises de fertilidade foram analisadas no laboratório de análises de solo, água e planta da EMPARN, onde determinou-se os atributos: pH em água, cálcio, magnésio, alumínio, hidrogênio + alumínio, fósforo, potássio, sódio, soma de bases, Capacidade de Troca de Cátions (CTC) efetiva, saturação por bases, saturação por alumínio, saturação por sódio de acordo com metodologia descrita em Rajj et al. (2001). Análise de granulometria das amostras pela qual se obtém a distribuição percentual das frações de partículas primárias do solo, areia, silte e argila, de forma a chegasse a classificação textural do solo.

Dessa forma, as informações quantitativas e qualitativas foram transformadas em valores de 1 a 3, em que 1 representa uma condição não desejável ou péssima, 2 representa a condição regular ou média e 3 representa uma condição desejável ou ótima de acordo com a sustentabilidade (Masera, Astier & López-Ridaura, 1999).

**Passo 5** - apresentação e integração dos resultados

A integração dos resultados foi realizada por meio da criação do Índice de Sustentabilidade Geral (ISG) para cada agroecossistema, obtido a partir da média aritmética das notas de todos os Indicadores de Sustentabilidade Compostos (ISCs). Os resultados dos ISCs também foram integrados a partir de médias aritméticas dos seus resultados nos dois agroecossistemas, formando, dessa forma, Indicadores de Sustentabilidade Compostos Gerais (ISCG) para cada um dos ISCs.

### **Passo 6 - considerações e recomendações**

De forma a contribuir para a sustentabilidade local, foram apresentadas algumas considerações e recomendações, a partir dessas propostas alternativas para fortalecer a sustentabilidade dos agroecossistemas estudados. Dessa forma, gera-se um novo ciclo de estudos denominado “tempo 2” onde é proporcionada a continuidade da avaliação de sustentabilidade, já em uma nova proposta de agroecossistema. Esta avaliação ao longo do tempo é denominada de “avaliação horizontal”, o que permitirá uma proposta de monitoramento e acompanhamento constante do agroecossistema. Além disso, foi realizada, ainda, a análise multicritério, com o intuito de facilitar o entendimento das percepções dos atores sociais que contribuíram com o estudo e com os valores atribuídos aos agroecossistemas, de forma a sistematizar e colaborar com as melhores alternativas e tomadas de decisões cabíveis ao desenvolvimento socioambiental, sempre tomando como base os atributos sugeridos pelo método MESMIS (Matera, Astier & López-Ridaura, 1999).

A contextualização do ciclo avaliativo envolve também análises conclusivas individuais dos ISC nos agroecossistemas em termos comparativos de seus indicadores simples no Tempo 1 e no Tempo 2, apresentando-se as causas, fatores e motivos para os fatores limitantes evidenciados e ações de melhorias a serem desenvolvidas em cada situação diagnosticada, conforme resultados e discussão a seguir.

### **3. Resultados e Discussão**

Do primeiro ao último passo da avaliação, foram gerados resultados que estão apresentados nessa seção na seguinte ordem: caracterização geral dos agroecossistemas familiares de produção de bananeira (primeiro passo); identificação dos pontos críticos (segundo passo); indicadores dos agroecossistemas familiares de produção de bananeira (terceiro passo); medição dos indicadores de sustentabilidade dos agroecossistemas alternativo e convencional de bananeira irrigada (quarto passo); integração dos resultados por indicadores compostos (quinto passo), considerações e recomendação (sexto passo).

### **3.1 Caracterização Geral Dos Agroecossistemas Familiares De Produção De Bananeira (Primeiro Passo)**

Este estudo de caráter comparativo foi realizado em dois agroecossistemas, escolhidos por apresentarem características distintas quanto às técnicas de cultivos da bananeira no âmbito da agricultura familiar, ambos situados em áreas de clima semiárido, secas constantes e com forte escassez de água.

De acordo com a classificação de Koeppen (1948), a classificação climática predominante nos agroecossistemas é do tipo BSw<sup>h</sup> (Sigla utilizada por Koeppen para caracterizar o clima quente e semiárido, tipo estepe), ou seja, é quente e seco, com precipitação pluvial bastante irregular, além de “concentrações nos meses de fevereiro a maio os mais chuvosos com precipitação pluviométrica bastante irregular, com média anual de 903,3 mm, temperatura média anual de 27,9°C e umidade relativa do ar média de 70%” (Empresa De Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte, 2018). Além disso, sua formação vegetal é composta pela caatinga hipoxerófila, com presença de arbustos e árvores espinhosas e um solo em que há predomínio do tipo Neossolo Flúvico de origem colúvio-aluvial (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2013). Além disso, também apresenta camadas alternadas de materiais distintos, notoriamente evidenciadas pela textura e mineralogia.

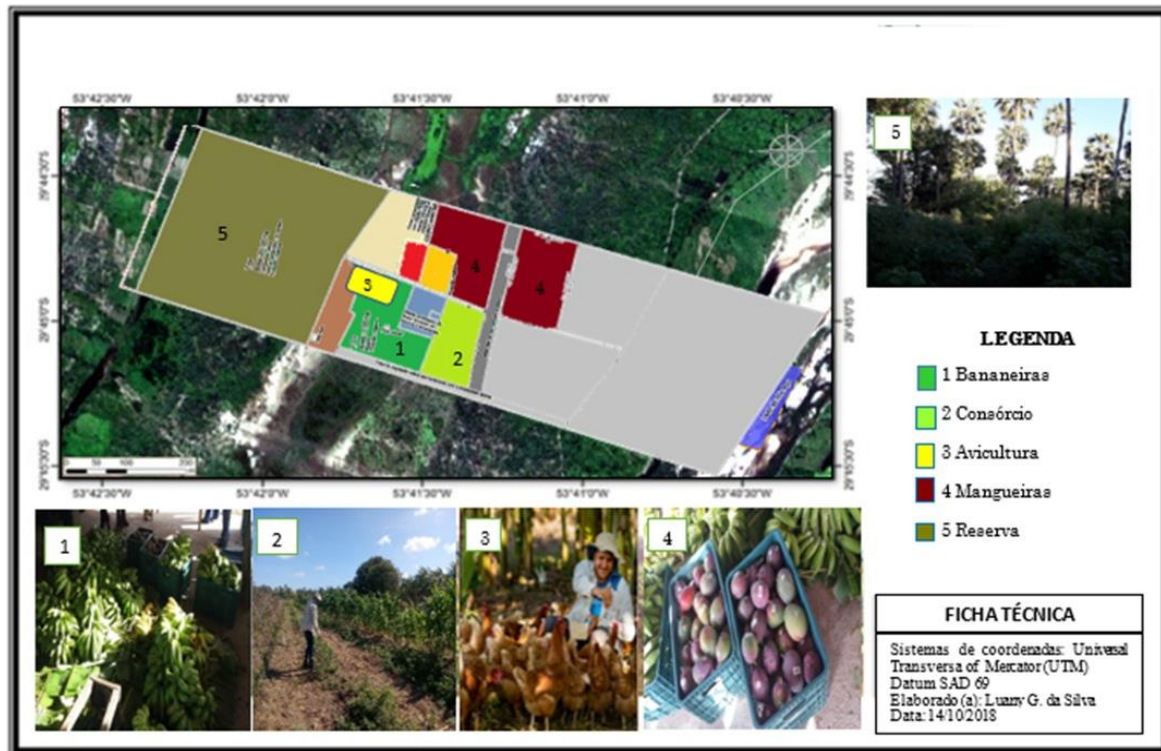
De acordo com Guerra et al. (2009), o sistema de produção da bananeira no Rio Grande do Norte pode ser identificado e dividido em dois subsistemas: Sequeiro, explorado nas regiões do Litoral Oriental e Norte, e Irrigado, na Microrregião do Vale do Açu. Esse último pode ser caracterizado por seus plantios voltados mais precisamente à tecnificação, principalmente na área do Distrito de Irrigação do Baixo Açu (DIBA) e nas áreas de produção da empresa Del Monte, multinacional instalada nessa microrregião há mais de dez anos. É importante destacar que os dados obtidos por meio da entrevista conjecturam a percepção das famílias, e a esses elementos foi agregada a percepção das pesquisadoras, por meio da visita de campo e da observação nos agroecossistemas. Estes foram classificados e caracterizados como sendo: um alternativo, por ser baseado no uso de insumos internos e não externos, além de dispor de um sistema agrícola diversificado, e o outro convencional, por ser um sistema de monocultivo que faz uso de agrotóxicos em sua predominância.

O agroecossistema alternativo localiza-se no município de Carnaubais, na comunidade Chambá, a 4,0 km da sede do município, entre a latitude 05°17'42,82" S e a longitude 36°47'11,33" O. A ilustra a Figura 1 ilustra a sistematização das práticas agrícolas do



agroecossistema, ressaltando o uso de enxada e de trator, bem como, tem desenvolvido o plantio consorciado e diversificado de atividades agrícolas — banana da variedade pacovan, caju, tomate cereja, jerimum, mamão formosa, milho crioulo, pastagem nativa e feijão macassar variedade crioula etc. —, animal (bovinos, ovinos, aves e abelhas), e de cultivo de hortaliças — coentro, pimentão e tomate cereja —, para comercialização e consumo familiar.

**Figura 1** – Sistematização da produção do agroecossistema alternativo.



Fonte: Autoras (2019).

A venda dos produtos é realizada pela própria família e a área destinada à reserva legal de carnaubeira. Os insumos que têm sido utilizados nos cultivos do agroecossistema são da própria unidade agrícola, de maneira que não se faz uso de agrotóxicos e adubos sintéticos. A adubação e a fertilização têm sido preparadas por meio da compostagem produzida com insumos internos, por meio do esterco bovino, ovino e de aves, além da palha da carnaúba, restos vegetais, adubação verde, rotação de culturas, cobertura morta e biofertilizantes produzidos na propriedade. Trata-se de um agroecossistema de policultivo e de características familiares que utiliza mão de obra própria para realizar as atividades em maior parte do tempo, contratada por ocasião do plantio e da colheita dos produtos cultivados.

O agroecossistema convencional, por sua vez, está localizado no município de Ipanguaçu, Distrito de Base Física, a 4 km do centro da cidade, mais precisamente na latitude

5° 32' 08" S, longitude 36° 52' 13" O. A família é composta por quatro pessoas: o pai, a mãe, filho e uma criança, mas entre eles apenas o casal e o filho (maior de idade) trabalham nas atividades agrícolas. A Figura 2 do agroecossistema convencional, diferente do alternativo, o convencional se caracteriza pelo monocultivo da bananeira, variedade pacovan.

**Figura 2** – Sistematização da produção do agroecossistema convencional.



Fonte: Autoras (2019).

Além disso, pouco do que é produzido internamente é consumido pela família, principalmente porque a comercialização é subsidiada por atravessador, dificultando, dessa forma, um lucro maior. Trata-se, portanto, de um agroecossistema baseado no trabalho familiar que não possui diversidade de produtos. A fertilização do solo tem sido realizada por meio do esterco curtido, utilizando-se, em pequena escala, esterco de origem bovina. Também é feito uso de mão de obra contratada para ajudar na execução das atividades.

### 3.2 Identificação Dos Pontos Críticos (Segundo Passo)

Após a caracterização dos agroecossistemas, das visitas de campo, das entrevistas realizadas com os agricultores (as) e da observação direta sobre a produção e a disposição dos agroecossistemas da bananeira, de base familiar dos municípios integrantes desse estudo, identificamos os pontos críticos que têm difundido potencialmente e limitantemente a sustentabilidade dos agroecossistemas.

Os pontos críticos determinados estão relacionados com os atributos de sustentabilidade do MESMIS e abrangem as dimensões ambiental, social e econômica. Dessa maneira o quadro 1 ilustra, a sistematização e identificação dos dados da pesquisa.

**Quadro 1** – A sistematização das potencialidades e limitações validadas dos agroecossistemas alternativo e convencional.

AGROECOSSISTEMA ALTERNATIVO			
ATRIBUTOS	DIMENSÕES	PONTOS CRÍTICOS	
		Potencialidades	Limitações
Equidade Autogestão Produtividade Estabilidade Resiliência Confiabilidade Adaptabilidade	Ambiental	Biodiversidade vegetal Reserva legal Qualidade do solo Ausência de práticas de queimadas e desmatamentos Rotação de culturas e consórcio Produção de Mudas Preservação das abelhas africanizadas	Qualidade da água
	Social	Condição de saúde Qualidade de vida Acesso ao transporte e educação Boa infraestrutura da moradia	Descendência familiar comprometida
	Econômico	Divulgação dos produtos Retorno financeiro Garantia de compra dos produtos Renda familiar Certificação Acesso ao crédito Baixo nível de endividamento Assistência técnica Inovações tecnológicas	Falta de controle administrativo e financeiro
Equidade Autogestão Produtividade Estabilidade Resiliência Confiabilidade Adaptabilidade	Ambiental	Disponibilidade de água Qualidade do solo Produção de mudas	Qualidade da água Inexistência de reserva legal Inexistência de diversificação da produção vegetal e animal Ausência da rotação de culturas e consorciação
	Social	Sucessão familiar Condição de saúde Acesso ao transporte público e educação	Participação em associações e cooperativas
	Econômico	Renda familiar Inovações tecnológicas	Alto nível de endividamento Ineficiência da assistência técnica Retorno financeiro Presença de atravessadores

Fonte: Autoras (2019).

De acordo com a sistematização do quadro 1, as discussões realizadas com os atores sociais e as observações diretas foram determinantes para a concretização desta fase da pesquisa, já que possibilitaram um melhor entendimento dos aspectos mais relevantes relacionados à sustentabilidade dos agroecossistemas. Foram observados tanto os elementos restritivos das atividades, ou seja, que pudessem contribuir negativamente, quanto aqueles considerados favoráveis ou que estão contribuindo positivamente para um sistema de manejo sustentável. Assim, de acordo com Silva e Cândido (2014, p. 223) “Os pontos críticos apresentados — potencialidades e limitações — interferem na capacidade do sistema agrícola de se sustentar ao longo do tempo, requerendo a seleção e a medição de indicadores”.

Afirma-se que os resultados obtidos conjeturam a realidade local que, apesar de peculiar, é significativa, tendo em vista o enfrentamento dos agricultores (as) familiares frente a diversas barreiras para a estabilização de uma forma de manejo menos invasiva ao meio ambiente, de forma estável e inclusiva tanto econômica quanto socialmente, de modo a contemplar cada realidade vivenciada no campo, respeitando e valorizando a biodiversidade dos agroecossistemas. Os pontos críticos observados — potencialidades e limitações — influenciam na capacidade dos sistemas estudados se sustentarem ao longo do tempo.

### **3.3 indicadores dos agroecossistemas familiares de produção de bananeira (terceiro passo)**

A seção, ora apresentada, expõe os dados sistematizados, a fim de mostrar como foram selecionados os indicadores de sustentabilidade. A seleção dos indicadores é o terceiro passo do ciclo avaliativo do MESMIS, o qual subsidiou os níveis de sustentabilidade dos agroecossistemas alternativo e convencional, de maneira a relacionar-se sempre com os atributos, pontos críticos e critérios de diagnóstico. No entanto, antes da seleção final, é imprescindível a definição dos critérios de diagnósticos para avaliar os pontos críticos, apoiados nos indicadores necessários na busca de soluções destes critérios.

Vale ressaltar que os critérios de diagnóstico são de suma relevância, uma vez que são mais minuciosos que os atributos de sustentabilidade e mais genéricos que os indicadores, servindo, portanto, como mediador para a seleção destes. Além do mais, os critérios de diagnóstico são imprescindíveis para confirmar a eficiência dos indicadores no processo de mensuração e monitoramento da sustentabilidade dos agroecossistemas. Assim, como forma de validação de todos os critérios de diagnóstico de cada ponto crítico investigado, é

permitido o uso de “um conjunto de indicadores, ou até mesmo, em outras situações, os próprios critérios de diagnóstico transformam-se em indicadores” (Pasqualotto, 2013, p.69).

Neste estudo, considerando os pontos críticos corroborados na etapa anterior, foram estruturados os indicadores, para a resolução das perguntas de cada critério de diagnóstico. Eles e seus respectivos critérios receberam nomenclaturas e, por se assemelharem ao mesmo escopo ou serem análogos a eles, foram agrupados através da construção de Indicadores de Sustentabilidade Compostos (ISC), para que os resultados da avaliação adquirissem maior precisão. Sendo assim, foram utilizados 7 ISCs: Indicador de Sustentabilidade Composto de Qualidade do Solo (ISCQS), Indicador de Sustentabilidade Composto de Recursos Hídricos (ISCRH), Indicador de Sustentabilidade Composto Diversidade (ISCD), Indicador de Sustentabilidade Composto de Trabalho e suas Reações (ISCTR), Indicador de Sustentabilidade Composto Autogestão (ISCA), Indicador de Sustentabilidade Composto Econômico (ISCE) e Indicador de Sustentabilidade Composto Inovações Tecnológicas (ISCIT). Os critérios de diagnóstico foram, portanto, um elo entre os pontos críticos e os indicadores de sustentabilidade. A seguir estão apresentados, no Quadro 2, os pontos críticos agrupados de acordo com o exposto na seção anterior e suas relações com os critérios de diagnóstico e os indicadores.

**Quadro 2** – Síntese do processo de construção de todos indicadores de sustentabilidade compostos, bem como as dimensões a que pertencem, e as formas de avaliação de cada um.

ATRIBUTOS	PONTOS CRÍTICOS	CRITÉRIOS DE DIAGNÓSTICO	INDICADOR	ISC <sup>1</sup>	D <sup>2</sup>	F.A. <sup>3</sup>
Produtividade	Baixa produtividade	Eficiência	Produtividade da bananeira (kg/ha) e autossuficiência alimentar	ISCE	A e E	Peso da produção/há
	Baixa rentabilidade		Renda familiar e disponibilidade de crédito			a, b e d
Adaptabilidade	Inovações tecnológicas	Adaptabilidade a inovação	Disponibilidade a inovações tecnológicas	ISCIT	E e S	a e b
Estabilidade Resiliência Confiabilidade	Recursos Hídricos	Preservação dos recursos naturais e Biodiversidade	Disponibilidade da água	ISCRH	A e S	a, b e c
	Degradação do solo		Qualidade da água e presença de coliformes totais e termotolerantes			
				Fertilidade e textura do solo	ISCQS	A

ATRIBUTOS	PONTOS CRÍTICOS	CRITÉRIOS DE DIAGNÓSTICO	INDICADOR	ISC <sup>1</sup>	D <sup>2</sup>	F.A. <sup>3</sup>
	Diversidade limitada		Diversidade de espécies e área de reserva legal	ISCD	A e E	a e b
Equidade	Qualidade de vida	Condições de vida	Disponibilidade de acesso aos serviços de saúde	ISCTR	S	a e b
	Disponibilidade e de mão de obra	Mão de obra	Sucessão familiar			
Autogestão	Despesas com insumos externos	Dependência de insumos externos	Grau de dependência dos insumos externos	ISCA	E e S	a e b
	Ausência de associações e cooperativas	Participação em organizações comunitárias	Participação em associações e cooperativas		S	a e b
	Dificuldade de assistência técnica	Acompanhamento da assistência técnica	Ineficiência da assistência técnica		E e S	a e b

<sup>1</sup> Indicadores de Sustentabilidade Compostos

<sup>2</sup> Dimensões de sustentabilidade: Ambiental (A); Social (S) e Econômica (E).

<sup>3</sup> Formas de avaliação: Entrevista Semiestruturada (a); Visita de campo (b); Análises Laboratoriais (c) e dados secundários (d).

Fonte: Autoras (2019).

Conforme proposto por Masera, Astier e López – Ridaura (2000), a seleção dos indicadores ocorreu com o fim de operacionalizar a mensuração dos níveis de sustentabilidade dos agroecossistemas. Assim, em alguns casos, foi necessária a utilização de mais de um indicador para atender a um critério de diagnóstico, enquanto em outros o critério de diagnóstico foi avaliado quantitativamente, comportando-se como indicador de sustentabilidade. Posteriormente serão construídos tabelas, quadro e gráfico ameba que sistematizam esses dados de forma a evidenciar os resultados do ciclo avaliativo do MESMIS.

### 3.4 Medição Dos Indicadores De Sustentabilidade Dos Agroecossistemas Alternativo E Convencional De Bananeira Irrigada (Quarto Passo)

Após os três primeiros passos do ciclo avaliativo do método, afirma – se nesta etapa os métodos e procedimentos de medição dos indicadores de sustentabilidade, abordando as especificidades e os parâmetros utilizados para mensurar cada indicador. Vale ressaltar, ainda, que para todas as quantificações dessa avaliação foi considerado o padrão de notas de sustentabilidade, no qual 1 indica uma situação não desejada (ruim); 2 indica uma situação regular (média); e 3 indica uma situação desejada (ideal ou ótima), conforme a descrição de

Masera, Astier e López-Ridaura (1999). Ademais, para consolidar o que nos foi relatado pelos entrevistados, foi necessário analisar outros dados qualitativos e quantitativos dos indicadores, para avaliar a veracidade dos dados referentes à produção da bananeira nos sistemas alternativo e convencional, baseando-se nos dados da produção agrícola municipal, coletados no censo de 2006 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os resultados obtidos e sistematizados de cada indicador por agroecossistema e seus percentuais de acordo com os níveis desejáveis ou não de sustentabilidade serão elencados a seguir, na Tabela 1, de forma comparativa e transversal.

**Tabela 1** – Sistematização dos resultados comparativos de cada indicador obtido por cada agroecossistema e os percentuais de desempenho de sustentabilidade.

INDICADORES	*AGRO. ALTERNATIVO		AGRO. CONVENCIONAL		ISCs	RESULTADOS DOS ISCs	
	Resultados	%	Resultados	%		** Agro. Alter.	*** Agro. CONV.
Produtividade da bananeira (kg/ha) e autossuficiência alimentar	3,0	100	2,0	66,6	ISCE	3,0	1,5
Renda familiar e disponibilidade de crédito	3,0	100	2,0	66,6			
Inovações tecnológicas <sup>2</sup>	3,0	100	2,0	66,6	ISCIT	3,0	2,0
Qualidade da água e presença de coliformes totais e termotolerantes	1,0	33,3	1,0	33,3	ISCRH	1,0	1,0
Fertilidade e textura do solo	3,0	100	2,0	66,6	ISCQS	3,0	1,5
Implementação de práticas de conservação do solo	3,0	100	1,0	33,3			
Diversidade de espécies e área de reserva	3,0	100	1,0	33,3	ISCD	3,0	1,0

<sup>2</sup> Práticas agroecológicas utilizadas nos agroecossistemas.

INDICADORES	*AGRO. ALTERNATIVO		AGRO. CONVENCIONAL		ISCs	RESULTADOS DOS ISCs	
	Resultados	%	Resultados	%		** Agro. Alter.	*** Agro. Conv.
Disponibilidade de acesso aos serviços de saúde	3,0	100	2,0	66,6	ISCTR	2,0	2,0
Sucessão familiar	1,0	33,3	2,0	66,6			
Grau de dependência dos insumos externos	3,0	100	1,0	33,3			
Participação em associações e cooperativas	1,0	33,3	1,0	33,3	ISCA	2,3	1,0
Assistência técnica	3,0	100	1,0	33,3			

\* Agroecossistemas, \*\* Alternativo e \*\*\* Convencional. Fonte: Autoras (2019).

O índice de sustentabilidade, apresentado pelo agroecossistema alternativo, representa a preferência do familiar por produzir a banana de maneira diversificada com outros cultivos, conservando os recursos naturais, diferente do convencional, que tem se preocupado somente com a produtividade e comercialização, negligenciando, dessa forma, aspectos das dimensões socioambientais.

Com base nos dados obtidos, a sustentabilidade da produção da bananeira pode ser evidenciada pela exposição dos melhores desempenhos do agroecossistema alternativo, que incidiram nas dimensões ambiental e econômica, ao passo que esse agroecossistema exibiu três situações não desejáveis de sustentabilidade nas dimensões ambiental, social e econômica. Por outro lado, considerando esses mesmos indicadores por dimensões, o agroecossistema convencional não apresentou desempenho ótimo em nenhuma delas (ambiental, social e econômica), “comprometendo o desempenho econômico e por consequência a possibilidade de manutenção da atividade em longo prazo caso não sejam tomadas medidas de reajuste” (Matos Filho, 2004, p.94).

Apesar disso, cinco indicadores do agroecossistema convencional obtiveram valores médios do nível de sustentabilidade, são eles: renda familiar, inovações tecnológicas, fertilidade e textura do solo, disponibilidade de acesso aos serviços de saúde e sucessão familiar; além disso, apresentou desempenho não desejável de sustentabilidade na área social e demais dimensões econômica e ambiental, trazendo, dessa forma, prejuízos para a sustentação desse agroecossistema, já que a sustentabilidade só pode ser alcançada com a integração e o equilíbrio desses três pilares. Apesar da produtividade dessa cultura, no âmbito



da agricultura familiar, não ser tão elevada assim, no que se refere aos agroecossistemas alternativo e convencional o primeiro vem se destacando em relação ao segundo, pois desenvolve práticas alternativas, voltadas principalmente para as práticas agroecológicas, o que tem contribuído para a sustentabilidade desse tipo de agroecossistema, mesmo que em dimensão geográfica local.

Observando os dados sistematizados dos dois agroecossistemas, dois indicadores possuem similaridades: (1) qualidade da água e presença de coliformes totais e termotolerantes (2) e participação em associações e cooperativas. O primeiro indicador constitui fator de risco à saúde dos indivíduos que usam essa água para o consumo, como também para os que consomem os produtos comercializados. Conforme Silva, Andrade e Stamford (2006) essas contaminações podem ocorrer tanto com a água para fins da irrigação da agropecuária quanto nas condições de higiene envolvidas na produção, armazenamento, manuseio, transporte, entre outros contatos que esse produto possa ter. Isso resulta em uma contaminação cruzada para agricultores(as) e consumidores e, deste modo, a necessidade de uma inspeção minuciosa dos técnicos sanitários e o cuidado dos agricultores(as) acerca destas questões que envolvem o bem-estar social se fazem imprescindíveis. Por isso, é de suma importância que haja análises de água e solo em propriedades rurais. Corroborando com tal problemática, Alencar (2018) orienta aos profissionais responsáveis com a assistência técnica dos agroecossistemas que as formas de tratamento existentes e cuidados com os poços e reservatórios de água são indispensáveis nesses estabelecimentos, pois evitam problemas com contaminações cruzadas, principalmente para a monocultura da bananeira. Por isso, é de extrema importância o acompanhamento das atividades e a averiguação dos agentes de vigilância sanitária do município, além do monitoramento do proprietário por meio das análises laboratoriais, de modo a perceber alterações decorrentes desse indicador. Nele, identifica-se quais são os possíveis danos e recomendações de prevenção, pois, na literatura, recomenda-se tratamentos e cuidados para evitar contaminações. De acordo com sugestões do agente comunitário da comunidade, em 2019 foram distribuídos dosadores de cloro para os agricultores (as), porém, poucos deles inseriram-no no sistema de cloração. Dessa forma, dificultaram, segundo Silva, Andrade e Stamford (2006, p.68), “a adoção de medidas que propiciem uma melhoria do quadro apresentado, através de ações educativas destinadas aos sujeitos do campo e do monitoramento laboratorial das águas destinadas à irrigação”.

Como dito, o segundo indicador limitante volta-se à participação das famílias em associações e cooperativas. A desarticulação dessas organizações é um fator preocupante para o aquecimento de uma rede, haja visto que possibilita um adstrigimento de vínculos, no

qual não se efetivam ideias. Consoante Radomsky e Schneider (2007), dádiva e reciprocidade são conjunturas que seguem na mesma atitude, ou seja, estão amarrados aos laços sociais que estão baseados em compartilhamentos que não se sintetizam apenas em ordem econômica, mas também na capacidade de sociabilização que envolvem solidariedade, integração e trocas mútuas. Diante do exposto, pode-se apreciar a dinâmica dos entrevistados, em que se percebe que não existem ações de associativismo e cooperativismo específicas na região, permitindo, dessa forma, a destinação da comercialização dos produtos por intermédio dos atravessadores, o que dificulta, por consequência, a geração de lucro para os produtores e a valorização da economia local.

Outro aspecto antagônico observado na pesquisa está vinculado à compra de insumos externos ao agroecossistema convencional, o que, além de possuir a dependência, não apresenta “[..] uma organização entre as famílias objetivando a redução dos preços. As compras são realizadas individualmente. Outro ponto limitante é a dependência da comercialização por atravessadores [...]” (Formiga Júnior, 2014, p.81). Por meio dos percentuais identificados na tabela 1, é possível afirmar que o agroecossistema alternativo apresentou um índice de 2,5, ficando abaixo do ideal (valor ideal 3,0) dos indicadores e acima da situação regular de sustentabilidade, o que o torna mais sustentável que o agroecossistema convencional, o qual obteve um índice de 1,5. Esse valor do índice do agroecossistema alternativo é resultado do sistema de produção empregado e policultivo que prioriza a preservação da biodiversidade de espécies e dos recursos naturais, baseando-se, para isso, na ecologia de saberes adquiridos pela experiência de vida dos seus sujeitos do campo e pela observação sistêmica da natureza.

Altieri (2004), enfatiza que a diversidade genética dos sistemas de cultivo é uma estratégia importante para minimizar as perdas em caso de acometimento de pragas e doenças específicas, estando os monocultivos mais suscetíveis que os cultivos diversificados. Deste modo, quando se perde este benefício natural por meio da facilitação biológica, os custos econômicos e ambientais são bastante relevantes. Observa-se, então, que a adesão da monocultura vem atenuando a capacidade de resiliência dos agroecossistemas, “pois os impactos ambientais causados pela sobrecarga de insumos agrícolas, o esgotamento dos solos e a contaminação dos recursos hídricos, impactam diretamente na saúde de animais, plantas e de seres humanos” (Lora, 2019, p.66). Para a autora, a ausência da diversidade de produção torna o fornecimento de alimentos saudáveis escassos, enquanto Zimmermann (2009) relata que os países mais pobres vêm sofrendo com a insuficiência de alimento, com a sua produção primária designada quase que integralmente para a exportação. Analisando, ainda, os dados da

tabela 1, podemos ressaltar que esses dois tipos de agroecossistemas familiares de cultivo da bananeira irrigada necessitam de melhorias para, enfim, chegarem à sustentabilidade. Para isso, mantêm prioritariamente os recursos naturais e a produtividade sustentável de alimentos por um longo período de tempo, “na perspectiva da inclusão socioambiental tanto do presente como das futuras gerações locais, por meio da difusão de uma ética que não esteja atrelada tão somente a produtividade e ao crescimento econômico” (Silva & Cândido, 2014, p.324).

### 3.5 Integração Dos Resultados Por Indicadores Compostos (Quinto Passo)

Nesta etapa, levou-se em consideração os níveis estabelecidos de sustentabilidade, mostrando a realidade de cada agroecossistema, considerando-se as dimensões ambiental, social e econômica. Para isso, foi realizada a integração quantitativa dos índices observados nos dois núcleos familiares, para a produção dos cálculos dos índices gerais de sustentabilidade, tabulados em uma planilha do Excel. Para tanto, foi usada a seguinte média aritmética simples (Matera, Astier & López-Ridaura, 1999):

$$\frac{X_1 + X_2 + X_3 \dots X_n}{n}$$

Em seguida:

- a) Foi calculado o Índice de Sustentabilidade Composto Geral de cada agroecossistema, medido pela soma de todos os ISCs de cada agroecossistema dividido por sete, número este correspondente aos indicadores compostos.
- b) Foi calculado o Índice de Sustentabilidade Composto Geral, medido pela soma de ISC isoladamente dividida por 2, número este correspondente à quantidade de agroecossistemas;
- c) Na tabela 2 é ilustrada a sistematização dos índices mencionados e como também foi calculado o Índice Geral, obtido pela média dos Índices de Sustentabilidade Geral de cada agroecossistema ou pela média dos Índices de Sustentabilidade Composto Geral, conforme sistematização da Tabela 2 a seguir.

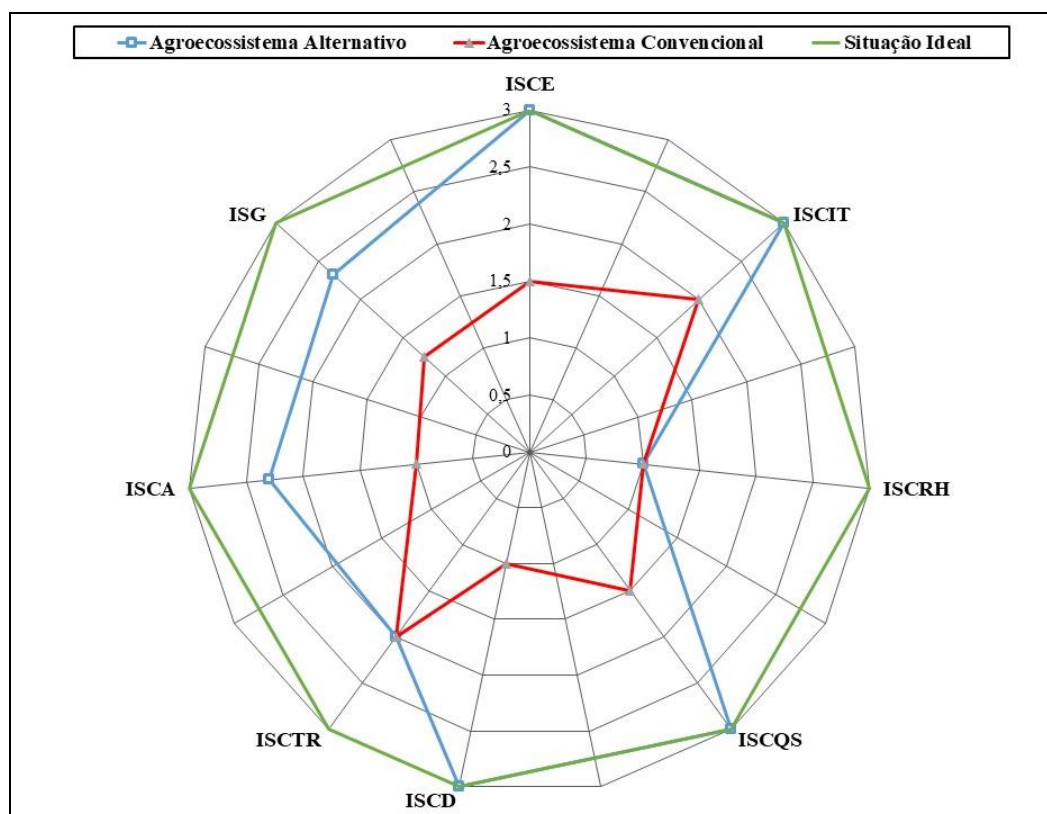
**Tabela 2** – Resultado dos ISCs, ISCGs e ISG dos agroecossistemas.

AGROECOSSISTEMAS	INDICADORES COMPOSTOS							
	ISCE	ISCIT	ISCRH	ISCQS	ISCD	ISCTR	ISCA	ISG
Alternativo	3,0	3,0	1,0	3,0	3,0	2,0	2,3	2,7
Convencional	1,5	2,0	1,0	1,5	1,0	2,0	1,0	1,5
Situação Ideal	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
ISCG	2,5	2,5	1,0	2,3	2,0	2,0	1,7	2,1

Fonte: Autoras (2019).

Após a sistematização, foi confeccionado o gráfico 1, para representar a realidade de forma coerente, dispendo, assim, os resultados dos indicadores de sustentabilidade e evidenciando os aspectos de cada atributo, além das dimensões de sustentabilidade já citadas anteriormente.

**Gráfico 1** – Apresentação dos ISCGs dos dois agroecossistemas de cultivo de bananeira irrigada do Vale do Açu-RN, fazendo uso do diagrama tipo ameiba (radial).



Fonte: Autoras (2019).

De acordo com os dados sistematizados no gráfico, os ISCGs que apresentaram maior proximidade com a sustentabilidade foram o ISCE e ISCIT, ambos com índice de 2,5 se

aproximando da situação desejável 3,0 de sustentabilidade. Nesse contexto, o ISCRH apresentou o pior índice de sustentabilidade, com um percentual de 1,0, ressaltando, dessa forma, maior proximidade com a condição péssima para se chegar à sustentabilidade. Além disso, três dos sete Indicadores Compostos apresentaram índice regular.

Quanto às dimensões, de modo geral a ambiental, a social e a econômica se encontram em condições diferentes, compostas pelos níveis de sustentabilidade conforme dados individuais de cada agroecossistema. O alternativo compõe-se de: ambiental de 2,4, social de 2,4 e econômica de 2,8; enquanto o convencional possui os seguintes dados: ambiental de 1,4, social de 1,2 e econômico de 2,0. Segundo Silva (2015), esses valores, de acordo com a escala estabelecida, refletem um nível de sustentabilidade entre péssimo e regular, o que permite entender que os agroecossistemas possuem níveis diversos para se alcançar a sustentabilidade.

No entanto, podem ser realizadas ações, principalmente para os indicadores que apresentam desempenhos comprometedores, com vistas a melhorar a sustentabilidade nessas três ordens. Na análise dos indicadores ambientais, verifica-se que a qualidade e a presença de coliformes na água são pontos críticos limitantes para os agroecossistemas. Uma vez que as amostras de água subterrânea não estão em conformidade com o padrão microbiológico estabelecido pela Portaria n. 1.469/2000 do Ministério da Saúde, que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, a água para consumo humano, incluindo fontes individuais como poços, não é permitida a presença de coliformes fecais ou termotolerantes em 100ml da água (art. 11). Em relação a coliformes totais, o art. 11 §8º determina que em amostras procedentes de poços tolera-se a presença de coliformes totais, na ausência de *Escherichia coli* e/ou coliformes termotolerantes, devendo ser investigada a origem da ocorrência e tomadas providências imediatas de caráter corretivo, preventivo e realizada nova análise. Segundo a Resolução CONAMA n. 357, de 17 de março de 2005, “art. 3º, para uso de abastecimento sem prévia desinfecção, os coliformes totais deverão estar ausentes em qualquer amostra” (Brasil, 2005). Portanto, nos dois agroecossistemas as amostras indicavam água imprópria para consumo humano. Esta contaminação dos poços pode ser atribuída às instalações inadequadas das fossas, uma vez que foi constatada através das análises níveis indesejáveis de coliformes totais e *Escherichia coli* na água dos poços.

Nessa perspectiva, a mensuração desse indicador se deu por meio dos resultados da análise de coliformes totais e *Escherichia coli*, para a medição comparou-se os resultados das análises laboratoriais de água dos dois agroecossistemas de acordo com os parâmetros pré-estabelecidos, interpretando e atribuindo-se notas como mostrado a seguir na Tabela 3.

**Tabela 3** – Atribuição de notas para a qualidade da água.

ATRIBUIÇÃO DE NOTAS *	PARÂMETROS	LIMITES PERMISSÍVEIS	AGROECOSSISTEMAS	
			ALTERNATIVO	CONVENCIONAL
1	Coliformes totais	< 1,0 **	34	79
1	<i>Escherichia coli</i>	< 1,0	5,1	49

\* 1 indesejável, 2 médio ou regular e 3 desejável

\*\* O limite < 1,0 representa a ausência de coliformes em 100 ml.

Fonte: Autoras (2019).

As análises de água dos agroecossistemas conforme tabela 3, apresentaram níveis péssimos de sustentabilidade, apontando, assim, um fator crítico, além do fato de não terem resultado em nenhuma estratégia de melhorias por parte dos agricultores (as). Todavia a presença da bactéria *Escherichia coli* nas amostras de água analisadas indicam com maior segurança a presença de material fecal na água e a possível presença de bactérias enteropatogênicas. Desse modo, a água dos poços contaminados por esta bactéria pode ser um veículo de transmissão de doenças, representando risco à saúde dos consumidores dos produtos dessas propriedades.

Para solucionar essa limitação, reforça-se, portanto, que sejam criadas ações para informar e auxiliar os agricultores(as) caso tenham interesse em implantar práticas de melhorias para esse indicador, com reflexo no aumento da qualidade dos produtos. Freitag (2020) ressalta que o processo de avaliação da sustentabilidade é feito de forma constante, pois ao final volta-se ao ponto de partida para um novo ciclo, no qual será possível incorporar ou excluir variáveis, com o objetivo de se adequar aos novos parâmetros e medidas de sustentabilidade. Para isso, deve-se buscar auxílio técnico para aplicação dos produtos, além de assistência técnica seja reforçada, informando a esses sujeitos “a importância da utilização desses equipamentos e a utilização dos produtos conforme orientado por pessoas especializadas e ainda, mostrar as implicações destas ações na saúde dos mesmos e as ameaças ao agroecossistema” (Lora, 2019, p.129). Em vista disso, pontua-se claramente a necessidade de intervenção na maioria dos fatores dos indicadores estudados.

Por meio dos dados, é possível inferir, de acordo com Marzall (1999), que os indicadores de sustentabilidade têm sua importância não apenas por serem exigidos pela Agenda 21, mas por permitirem o monitoramento da sustentabilidade, que atualmente é uma das maiores preocupações da contemporaneidade. De modo geral, agrupou-se tais indicadores, o que levou à conclusão de que a nota ótima de alguns indicadores amparou aqueles que não obtiveram boas notas, o que pode assegurar que o índice geral muitas das vezes mascara realidades. Desse modo, é possível que os indicadores que mais contribuíram

para baixar esse índice se encontram no ISCA com 1,7, ISCRH com 1,0, ISCTR 2,0, ISCD 2,0 e no ISCQS 2,3, já que os agroecossistemas não apresentam autogestão, o que nos remete ao grau de dependência dos insumos externos, à assistência técnica e à participação em associações e cooperativas. Tudo isso limita a atuação significativa, de forma a promover o incentivo na produção e na assistência técnica. Foi observado, ainda, que o ISCE e ISCIT com nota 2,5 foram os que mais contribuíram para o aumento do índice, tendo em vista a boa condição encontrada em relação aos demais índices nos dois agroecossistemas. No sexto passo, a seguir, serão mostradas as considerações e recomendações de forma a acompanhar o ciclo avaliativo do MESMIS.

#### **4. Considerações Finais**

Neste artigo, os resultados da pesquisa apontaram que a sustentabilidade se tornou mais evidente no agroecossistema alternativo, devido às práticas agrícolas que usam racionalmente os recursos naturais. A média dos indicadores representativos no agroecossistema convencional é preocupante principalmente nas dimensões ambiental e social, ressaltando, dessa forma, que as informações obtidas por meio dos indicadores podem redirecionar o cultivo da bananeira, tanto local como regionalmente. Isso ocorre por haver pontos críticos para a sustentabilidade, o que, por consequência, constitui ferramentas importantes para tomadas de decisão, tanto para o agricultor (a) quanto para seus familiares, o que permite realizarem sustentavelmente o redesenho do sistema, sejam os extensionistas ou governantes, no que tange à aplicação de políticas públicas que apoiam a transição das práticas implementadas na produção da bananeira rumo à sustentabilidade.

A metodologia adotada com base no MESMIS mostrou ser eficiente e eficaz para a avaliação de sistemas de produção da bananeira na região. A escolha dos indicadores possibilitou uma análise dos atributos de sustentabilidade de maneira multidimensional, tanto em nível de unidade de produção quanto em nível socioambiental. A agregação das variáveis e a condensação dos resultados em representações numéricas e gráficas permitiram uma fácil visualização das potencialidades e limitações dos sistemas e facilitou a proposição de medidas de ajuste para o alcance de sustentabilidade.

Por conseguinte, a análise dos resultados obtidos com a aplicação da metodologia permite sugerir algumas recomendações, a saber:

- a) A continuidade da validação de metodologias de análise de sustentabilidade que tenham por escopo a visão sistêmica e complexa necessárias para a interpretação de agroecossistemas;
- b) A aplicação de metodologias validadas de análise de sustentabilidade de agroecossistemas em condições peculiares da região em estudo, tanto de modo transversal como longitudinal;
- c) O aproveitamento dos resultados destas análises para a efetiva implementação de ações constantes no discurso das instituições e pessoas envolvidas com o desenvolvimento do campo;
- d) A implementação de medidas de incentivo à restauração e manutenção das áreas de preservação ambiental nos agroecossistemas, minimamente as previstas em legislação;
- e) O desenvolvimento de estudos para a proposição de medidas de redução de custos de produção, agregação de valor aos produtos e o realinhamento de preços pagos ao produtor(a), permitindo que a atividade alcance lucratividade de maneira a empoderar o agricultor(a) de atravessadores;
- f) O desenvolvimento de alternativas tecnológicas atrativas para produção de matéria orgânica nas unidades de produção;
- g) A diminuição da necessidade de recursos externos à unidade de produção; o desenvolvimento de ações de assistência técnica e extensão rural para associativismo e cooperativismo dos sujeitos do campo;
- h) A prospecção de mercado;
- i) A gestão das unidades de produção; e a consolidação de técnicas alternativas existentes, além da inserção de novas delas, principalmente voltadas aos princípios agroecológicos. É indispensável, portanto, que se invista em ações de melhorias dos indicadores elencados como limitantes.

Após essa fase de avaliação e recomendações de ações de melhorias rumo à sustentabilidade dos agroecossistemas é possível a reaplicação do MESMIS em outros agroecossistemas da região, adotando o mesmo como base de comparação dos agroecossistemas e atores sociais interessados em aplicar e gerir melhor seus sistemas. Nesse sentido, foi realizado um encontro com esses sujeitos para a apresentação dos dados, e, a partir disso, foram recomendadas melhorias para os pontos críticos mencionados e proposições de redesenho dos sistemas de produção de Ipanguaçu e Carnaubais, para que surjam possibilidades de fortalecimento dessa construção de saberes.



Como produto final desse artigo científico, foi disponibilizado o MESMIS como indutor de agricultura sustentável na Região do Vale do Açu o qual possibilitará a reaplicação do MESMIS em outros agroecossistemas da região, adotando o mesmo como base de comparação dos agroecossistemas e atores sociais interessados em aplicar e gerir melhor seus sistemas.

Para pesquisas futuras, sugere-se utilizar o MESMIS com a finalidade de avaliar o grau de sustentabilidade dos agroecossistemas ao longo do tempo. Todavia, aprimora a percepção das mudanças ocorridas nos agroecossistemas em momentos diferentes. Além de pesquisas direcionadas a inserção da dimensão política na avaliação de sustentabilidade de agroecossistemas, dimensão essa que não tem no escopo das dimensões elencadas do método.

## Referências

Albano, G. P., & SÁ, A. J. de (2008). Políticas públicas e globalização da agricultura no Vale do Açu-RN. *Revista de Geografia*, Recife, 25(2), 58-80. Recuperado de <http://www.revista.ufpe.br/revistageografia/index.php/revista/article/viewfile> .

Alencar, I. da C. W. (2018). *Avaliação da sustentabilidade das unidades de manejo familiares que produzem coco-anão verde em monocultivo e produção consorciada no perímetro irrigado das várzeas de Sousa-PB*. 2018. 141 f. Tese (Doutorado em Recursos naturais) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

Almeida, S. G., & Fernandes, G.B. (2005). Sustentabilidade econômica de un sistema familiar em uma região semiárida de Brasil. In: Astier, M., & Hollands, J. (org.). *Sutentabilidad y campesinado: seis experiências agroecológicas em latinoamerica*. México: Mundi-Prensa, 121-160.

Altieri, M. A. (2004). *Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável*. (5a ed.), Porto Alegre: Editora da UFRGS, 120 p.

Alves, V. E. L., Aquino, J. R., & Silva Filho, R. I. da (2018). A modernização da fruticultura irrigada e seus impactos socioeconômicos e ambientais no Vale do Açu-RN. *Revista GeoInterações*, Açu, 2(1), 35-56.

Aquino, J. R., & Silva Filho, R. I. da (2015). *Vale do Açu: uma região estratégica para a economia potiguar*. Recuperado de <http://aduern.org.br/index.php/2018/03/02/artigo-vale-do-acu-uma-regiao-estrategica-para-a-economia-potiguar>.

Aquino, J. R., & Gazolla, M.; Schneider, S. (2018). Dualismo no campo e desigualdades internas na agricultura familiar brasileira. *RESR*, Piracicaba-SP, 56(1), 137.

Aquino, J. R., Silva Filho, R. I., & Miranda, M. (2013). A socioeconômica e o meio ambiente do Vale do Açu no limiar do século XXI. *OESTE – Revista do Instituto Cultural do Oeste Potiguar*: ICOP. Mossoró, (17), 29-43.

Bardin, L. (2016). *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Edições 70.

Borges, A. L. (2002). *Sistemas de produção: cultivo da banana para o Agropolo Jaguaribe-Podi*. Cruz das Almas: EMBRAPA. Recuperado de <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>.

Borges, I. M. S., et al. (2020). Agricultura familiar: análise de sustentabilidade através de indicadores sociais econômicos e ambientais. *Research, Society and Development*, 9(4). ISSN 2525-3409. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i4.2832>.

Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução no 357, de 17 de março de 2005*. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Recuperado de <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>.

Brasil. Fundação Nacional de Saúde. *Portaria n. 1.469/2000, de 29 de dezembro de 2000*: aprova o controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2001, 32 p.

Buainain, A. M., & Batalha, M. O. (2007). *Cadeia produtiva de frutas*. Brasília: IICA/MAPA/SP. Recuperado de [http://www.ibraf.org.br/x\\_/Cadeia\\_Produtiva\\_de\\_Frutas\\_S%C3%A9rie\\_Agroneg%C3%B3ciosMAPA](http://www.ibraf.org.br/x_/Cadeia_Produtiva_de_Frutas_S%C3%A9rie_Agroneg%C3%B3ciosMAPA).

Camelo, G. L. P. (2013). *Avaliação da sustentabilidade dos agroecossistemas familiares de cultivo do abacaxi irrigado versus sequeiro mediante aplicação do MESMIS em Touros – RN*. 2013. 190 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

Cavalcanti, C. (1994). Breve introdução à economia da sustentabilidade. In: CAVALCANTI, C. (org.). *Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável*. INPSO/FUNDAJ, Instituto de Pesquisas Sociais, Fundação Joaquim Nabuco, Ministério de Educação, Governo Federal, Recife, Brasil, p.17.

Corrêa, I. V. (2007). *Indicadores de Sustentabilidade para Agroecossistemas em Transição Agroecológica na Região Sul do Rio Grande do Sul*. 2007.89 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2007.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2013). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. (3a ed.), Brasília, 353p.

Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte. *Ipanguaçu precipitação pluvial*. Recuperado de [www.emparn.rn.gov.br/Conteudo.asp](http://www.emparn.rn.gov.br/Conteudo.asp).

Formiga Júnior, I. M. (2014). *Sustentabilidade do cultivo de melão no assentamento São Romão em Mossoró-RN*. 2014. 141 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente/PRODEMA) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN.

Freitag, C. (2020). *Avaliação da Sustentabilidade em Agroecossistemas de Produção Familiar com a Aplicação do Método MESMIS*. 2020. 163 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural Sustentável) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.

Gil, A. C. (2009). *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas.

Gliessman, S. R. (2009). *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. Porto Alegre: Editora Universidade, 32-45.

Godoy, A. S. (1995). Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. *Revista de Administração de Empresas*, 35(2), 57- 63. Recuperado de <https://pt.scribd.com/document/267687750/Indrotucaao-a-Pesquisa-Qualitativa-Godoy>.

Guerra, A. G., et al. (2009). *Prospecção tecnológica para o agronegócio da banana no Rio Grande do Norte*. Natal-RN: EMPARN.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo demográfico*. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. Recuperado de <http://www.ibge.gov.br>.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo agropecuário 2017*. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Recuperado de <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017>.

Köeppen, W. (1948). *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. México: fondo de cultura econômica, 1948. *University of Minnesota, Duluth, D.W. Determining Sample Size for Research Activities, Educational and Psychological Measurement*, n.30.

Lacerda, C. S., & Cândido, G. A. (2013). Modelos de indicadores de sustentabilidade para gestão de recursos hídricos. In: *Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa*. Campina Grande: EDUEPB.

Lora, M. I. (2019). *Avaliação da sustentabilidade de agroecossistemas dos agricultores participantes da feira do produtor em Pato Branco – PR: uma abordagem ao longo do tempo*. 2019. 143 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 66-129, Pato Branco.

Marzall, K. (1999). *Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas*. 1999. 212 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Masera, O., Astier, M., & López-Ridaura, S. (2000). *El marco de evaluación MESMIS*. México: GIRA-Mundi-Prensa.

Masera, O., Astier, M., & López-Ridaura, S.(1999). *Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales: el marco de evaluación* MESMIS. México: Mundi-Prensa.

Matos Filho, A. M. (2004). *Agricultura orgânica sob a perspectiva da sustentabilidade: uma análise da região de Florianópolis – SC, Brasil*. 2004. 172 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, p.94.

Nações Unidas no Brasil (2015). *Transformando nosso mundo: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável*. Recuperado de <https://www.undp.org/content/dam/brazil/docs/agenda2030/undp-br-Agenda2030-completo-pt-br-2016.pdf>.

Pasqualotto, N. (2013). *Avaliação da sustentabilidade em agroecossistemas hortícolas, com base de produção na agroecologia e na agricultura familiar, na microrregião de Pato Branco-PR*. 2013. 133 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco - PR, p.69.

Radomsky, G. F. W., & Schneider, S. (2007). Nas teias da economia: o papel das redes sociais e da reciprocidade nos processos locais de desenvolvimento. *Sociedade e Estado*, Brasília, 22, 49-284.

Raij, B. V., Andrade, J. C., Cantarella, H., & Quaggio, J.A. (2001). *Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais*. Campinas: Instituto Agronômico.

Rio Grande do Norte (2010). *Comitê executivo de fitossanidade do Rio Grande do Norte*. Recuperado de <http://www.fapern.rn.gov.br>.

Rodrigues, S. R. de S. (2014). *Avaliação da sustentabilidade em agroecossistemas de base familiar na comunidade de Malhada Grande no município de Queimadas-PB*. 27 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Administração) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Campina Grande, p.07.

Sarandón, S. J. (2002). *El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas*. In: Sarandón, S. J. (editor). *Agroecología: el camino hacia una agricultura sustentable*. Ediciones científicas americanas - La Plata, 393-414.

Sena, J. V. C. (2011). Aspectos da produção e mercado da banana no Nordeste. *Informe rural ETENE*. Nordeste, ano 5, n.10. Recuperado de [https://www.bnb.gov.br/documents/88765/89729/ire\\_ano5\\_n10.pdf/d1bae204-7a07-4fae-b3d5-d6a3f38a5e04](https://www.bnb.gov.br/documents/88765/89729/ire_ano5_n10.pdf/d1bae204-7a07-4fae-b3d5-d6a3f38a5e04).

Silva, M. R. (2015). *Avaliação da sustentabilidade dos agroecossistemas de agricultores familiares que atuam na feira-livre de Pato Branco-PR*. 2015. 179 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco.

Silva, V. P., & Cândido, G. A. (2014). Sustentabilidade de agroecossistemas de mandioca: primeiro ciclo de avaliação em Bom Jesus-RN. *GEOUSP – Espaço e Tempo (Online)*, São Paulo, 18(2), 223-324.

Silva, C. G. M.; Andrade, S. A. C. & Stamford, T. L. M. (2005). Ocorrência de *Cryptosporidium spp.* e outros parasitas em hortaliças consumidas *in natura*, no Recife. *Ciência e Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, 10, 68.

Verona, L. A. F. (2008). *Avaliação de sustentabilidade em agroecossistemas de base familiar e em transição agroecológica na região sul do Rio Grande do Sul*. 2008. 193 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Vidal, M.F. de (2010). Informe rural: uso de irrigação nos estabelecimentos rurais do Nordeste. In: *Escritório técnico de estudos econômicos do Nordeste*. Minas Gerais, ano 4, n. 12. Recuperado de <http://www.bnb.gov.br>.

Zimmermann, C. L. (2009). *Monocultura e transgenia: impactos ambientais e insegurança alimentar*. Veredas do Direito, Belo Horizonte, 6(12), 79-100.

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Luany Gabriely da Silva – 50%

Gerda Lúcia Pinheiro Camelo – 50%