



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
BACHARELADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E ENERGIAS RENOVÁVEIS
CAMPUS CAPANEMA

ANTONIA NATALIA DIAS DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE EM UMA PROPRIEDADE
AGROECOLÓGICA NO NORDESTE PARAENSE**

CAPANEMA - PA

2019

ANTONIA NATALIA DIAS DE OLIVEIRA

AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE EM UMA PROPRIEDADE
AGROECOLÓGICA NO NORDESTE PARAENSE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Ambiental e Energias Renováveis da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Campus Capanema, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental e Energias Renováveis.

Orientador(a): Antonio Kledson Leal Silva

CAPANEMA - PA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Biblioteca Universitária Campus Capanema

Oliveira, Antonia Natalia Dias de

Avaliação de sustentabilidade em uma propriedade agroecológica no Nordeste Paraense / Antonia Natalia Dias de Oliveira.- Capanema, 2019

46 f.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Energias Renováveis) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Capanema, 2019.

Orientador: Antonio Kledson Leal Silva

1. Desenvolvimento agrícola sustentável. 2. Indicadores de sustentabilidade. 3. Agroecossistemas familiares. I. Silva, Antonio Kledson Leal (Orient.). II. Título.

CDD 23.ed– 630

Bibliotecário-Documentalista: Jean Pereira Corrêa – CRB2/1566

ANTONIA NATALIA DIAS DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE EM UMA PROPRIEDADE
AGROECOLÓGICA NO NORDESTE PARAENSE**

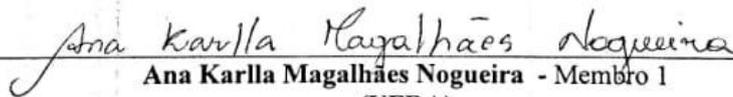
Monografia apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Capanema, como parte das exigências do Curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental e Energias Renováveis para a obtenção do título de Engenheiro Ambiental

Aprovado em 13/11/2019

Banca Examinadora:



Antonio Kledson Leal Silva - Presidente
(UFRA)



Ana Karlla Magalhães Nogueira - Membro 1
(UFRA)



Igor de Souza Gomide - Membro 2
(UFRA)

*A minha mãe por ser principal incentivadora da
minha evolução e motivo das minhas lutas e
conquistas.*

AGRADECIMENTOS

A maior força e energia que rege esse universo, por me sustentar espiritualmente nesse caminho, Gratidão.

A Universidade Federal Rural da Amazônia por ser a casa em que escolhi crescer e nos acolheu durante esses cinco anos. A todo o corpo docente de Engenharia Ambiental e Energia Renováveis que nos conduziram ao conhecimento da melhor forma possível.

A meu orientador, Antonio Kledson Leal Silva, por todo suporte, apoio e incentivo durante a construção desta pesquisa, por ter se tornado um grande amigo, pelo apoio nas horas mais difíceis e empenho na construção deste trabalho.

Gratidão imensa a minha família pelo suporte, incentivo e amor, os quais sempre compreenderam a ausência no seio familiar, em especial minha mãe, Maria Matilde, por ser inspiração e principal motivo dessa trajetória, meu pai, irmãos (Mauricio, Marcelo, Marcio e Natânia), minha cunhada, Fernanda (por ser minha amiga e apoiadora), meus sobrinhos (Ronald, Pedro e João), por serem ponto de paz e alegria em meio a todo turbilhão da vida acadêmica, gratidão a minha avó, maria das graças por me acolher nos momentos difíceis, meu avô Luiz Junes (in memoriam) por me acolher sempre, Amo vocês.

A minha pequena família de coração, as duas pessoas que estão comigo nos momentos mais difíceis, dividindo a solidão de um TCC, amenizando os pesos emocionais, a pressão acadêmica e todas as dificuldades existente. Também por serem meu lar tão longe de casa e sempre me fazerem acreditar que tudo sempre vai dar certo. Josinara Silva e Jaciara Firmino, gratidão por tudo, amo vocês.

A Edna Santos, a mulher que desde que nos conhecemos me fortalece, me fazendo sentir capaz e suficiente, se preocupando como o meu bem estar e incentivando na construção deste trabalho, Obrigada.

A Carlos Augusto, pela ajuda na coleta de dados deste trabalho, pela amizade e irmandade construída nesses cinco anos de curso, por todo apoio e parceria, gratidão. A Edmo Marcelo, pela parceria e cuidado durante o curso e principalmente apoio nessa fase de tcc, obrigada. A Vitor Oliveira, pela amizade, incentivo, ajuda nas análises de amostras, principalmente por não me deixar desistir, gratidão. A André Oliveira, pela amizade, cuidado e parceria nesses anos de curso, pelas dicas e ajuda na construção deste trabalho, gratidão. A Zaqueu Monteiro, por ser um grande incentivador das minhas capacidades, pelo apoio nesta

fase de escrita, pela amizade e risadas, obrigada. A Maricélio, por acreditar no meu potencial, me fortalecer e apoiar nesse percurso.

Ao meu amigo Deyverson Mesquita, por ter dividido comigo uma fase de extremo caos, por se preocupar com meu bem estar, por saber me ler e enxergar nos momentos difíceis, por acreditar na minha capacidade e pelo incentivo diário, gratidão.

A minha equipe de trabalho (André, Carlos, Edmo, Elias, Josinara, Maykon e Nazareno), que tornou a tormenta dos semestres mais leve e divertida, pelos lanches, estresses e correrias divididas, pela amizade e confiança, Obrigada.

A minha segunda equipe de trabalho (5 eng), Elciléia, Ermando, Gleicieane e Thaís, por me acolherem, por dividirem comigo boa parte dos semestres, Obrigada.

A Júlia Dias, pelo incentivo, puxões de orelha, colo, abrigo e incentivo nessa fase tão conturbada da vida, gratidão. A Rafaela Epitácio, por me fortalecer nessa trajetória, me alimentando e ajudando na construção deste trabalho e nos dias de correria, obrigada. A Amanda Lima, por entender meu desespero e me apoiar nessa fase conturbada, também por me trazer conforto e equilíbrio. A Juliane Dias, pelo carinho, momentos relaxantes e apoio, obrigada. As minhas meninas, Ana Freire e Vitória Rodrigues, pelo incentivo, força e apoio nos momentos de desespero, por me fazerem acreditar que sempre é possível, muito obrigada. A Ayesha, pela válvula de escape nos momentos de extrema dor e desespero, pelo carinho e amizade, gratidão. A Silmara Costa por me fortalecer na fé, me incentivar em cada noite em claro e sempre, Gratidão. A Tamyres Braum, por dividir a vida, as dores, as conquistas e por ser grande incentivadora de tudo que me proponho a fazer, Obrigada.

Muito obrigada também aos meninos e meninas que pude conhecer nessa reta final de graduação e que me apoiaram, fizeram rir, e me levaram comidinhas: Thamyres Oliveira, Thaís Souza, Hemily Mendes, Thiago Oliveira e todos os outros amigos, obrigada.

A equipe da SEMMA Capanema, por fazerem parte da minha formação e por terem marcado de forma ímpar esse quase final de graduação, certamente sou um profissional/pessoa melhor por tê-los conhecido, Gratidão.

A SESPAC Capanema pelo apoio e disponibilidade na análise de água.

Uma imensa gratidão aos proprietários da área de estudo, Luciana e Tomilis, por se disporem a colaborar com este trabalho de forma tão receptiva.

*Nada é absoluto. Tudo muda, tudo se move, tudo
gira, tudo voa e desaparece*

Frida Kahlo

RESUMO

A degradação ambiental foi aumentada durante o processo de uso dos recursos naturais pela humanidade. A intensificação da agricultura foi considerada um dos agravantes para este acontecimento. A fim de garantir a permanência dos recursos naturais para as atuais e futura gerações, baseada na sustentabilidade socioambiental, surge a agroecologia como conceito norteador no meio agrícola. Neste sentido este trabalho objetiva avaliar a uma propriedade agroecológica a partir de indicadores de sustentabilidade de agroecossistemas. A área de estudo está localizada no município de Igarapé-Açu, nordeste paraense e a metodologia de pesquisa pautou-se no método ISA, que promove a avaliação a sustentabilidade de um agroecossistema a partir de indicadores de cunho socioeconômicos e ambientais. A propriedade estudada é considerada agroecológica, fazendo uso de insumos orgânicos e técnicas de compostagem para o desenvolvimento de suas atividades. A renda dos proprietários provém da produção gerada no sistema, baseando-se na horticultura, fruticultura e silvicultura organizadas em sistemas agroflorestais. Ao avaliar-se a sustentabilidade de diversas vertentes, foi possível diagnosticar que quatro dos 21 indicadores mostraram-se abaixo dos níveis de sustentabilidade por apresentarem valores inferiores ao limiar estipulado, bem como a forma como o sistema é gerido, tornando os aspectos socioeconômicos e ambientais sustentáveis. Os indicadores abaixo das expectativas tornaram-se o ponto mais inconsistente dentro do sistema, fazendo necessária a adoção de técnicas e/ou ações para minimizar a fragilidade de algumas vertentes do agroecossistema e fortalecer as restantes. A propriedade apresentou ao final da avaliação um grau de 0,75 de sustentabilidade, sendo considerada sustentável de acordo com o fator de ponderação dos indicadores.

Palavras chave: Desenvolvimento agrícola sustentável. Indicadores de Sustentabilidade. Agroecossistemas familiares.

ABSTRACT

Environmental degradation has been increased during the process of humanity's use of natural resources. The intensification of agriculture was considered one of the aggravating factors for this event. In order to guarantee the permanence of natural resources for current and future generations, based on socio-environmental sustainability, agroecology emerges as a guiding concept in the agricultural environment. In this sense, this paper aims to evaluate an agroecological property based on sustainability indicators of agroecosystems. The study area is located in the municipality of Igarapé Açu, northeastern Pará, and the research methodology was based on the ISA method, which promotes the evaluation of the sustainability of an agroecosystem based on socioeconomic and environmental indicators. The studied property is considered agroecological, making use of organic inputs and composting techniques for the development of its activities. Owners' income comes from the system's production, based on horticulture, fruit and forestry organized in agroforestry systems. In assessing the sustainability of various aspects, it was possible to diagnose that four of the 21 indicators were below sustainability levels, because they had values below the stipulated threshold, as well as the way the system is managed, making the socioeconomic and environmental aspects sustainable. Indicators below expectations have become the most inconsistent point within the system, requiring the adoption of techniques and or actions to minimize the fragility of some agroecosystem strands and strengthen the others. The property presented at the end of the evaluation a 0.75 degree of sustainability, being considered sustainable according to the weighting factor of the indicators.

Keywords: Sustainable agricultural development. Sustainability Indicators. Family agroecosystems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Mapa de localização da área de estudo	21
Figura 2 - Entrevista com os proprietários do imóvel rural.....	22
Figura 3- Coleta de água para análises microbiológicas.....	24
Figura 4 - Frascos de COLILERT IDEXX DL410B.....	25
Figura 5 - Amostra de água com presença de coliformes totais.....	25
Figura 6 - Amostra de água com ausência de <i>E. Coli.</i>	26
Figura 7 - Coleta de amostras de água para análises físico-químicas.	26
Figura 8 - Sonda utilizada análises físico-químicas.....	27
Figura 9 - Leitura dos parâmetros físico-químicos das amostras.....	27
Figura 10 - Coleta de amostras de solo em diferentes áreas da propriedade.....	28
Figura 11 - Cobertura da camada superficial do solo com resíduos orgânicos (casca de ovos, penas de frangos, e caroços de açaí)	30
Figura 12 - Gráfico das porcentagens de uso da terra na propriedade estudada.....	32
Figura 13 - Mapa de uso e ocupação do solo na propriedade.....	33
Figura 14 - Gráfico demonstrativo da conformação da sustentabilidade para os aspectos socioeconômicos.	34
Figura 15- Gráfico dos valores de fertilidade do solo e sua conformação de acordo com o grau de sustentabilidade.	38
Figura 16 – Gráfico da conformação do grau de sustentabilidade da propriedade estudada de acordo com os indicadores ambientais.	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Relação de produtos e preços de venda da produção da propriedade.	31
Tabela 2 - Indicadores de sustentabilidade e seus respectivos índices, de acordo com os dados da área de estudo.....	35
Tabela 3 - Avaliação da qualidade de água na área de estudo	36
Tabela 4 - Análise da fertilidade do solo na propriedade estudada	37

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

Al – Alumínio

APP- Área de Proteção Permanente

Ca – Cálcio

CAR- Cadastro Ambiental Rural

CLT - Consolidação das Leis do Trabalho

CRS - Centro Regional de Saúde

CTC - Capacidade de Troca Catiônica

EMATER- Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EPAMIG - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

EPI- Equipamento de Proteção Individual

FUNASA- Fundação Nacional de Saúde

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IEF- Instituto Estadual de Florestas

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

ISA- Indicador de Sustentabilidade em Agroecossistemas

K+ - Potássio

Mg – Magnésio

MO - Matéria Orgânica

MUG - 4-metilumbeliferil- β -D-glucoronídeo

ONGP - Orto-nitrofenil- β -D-galactopiranosídeo

P – Fósforo

pH - Potencial Hidrogeniônico

SAF's- Sistemas Agroflorestais

SESPA - Secretaria de Estado de Saúde Pública do Pará

UFMG- Universidade Federal de Minas Gerais

UFRA - Universidade Federal Rural da Amazônia

ZEE- Zoneamento Ecológico Econômico

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. OBJETIVOS	15
1.1.1. Objetivo geral	15
1.1.2. Objetivos específicos	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1. Sustentabilidade e Produção Agrícola	16
2.2. Agricultura familiar e Agroecologia	17
2.3. Indicadores de Sustentabilidade	19
3. MATERIAIS E MÉTODOS	21
3.1. Área de estudo	21
3.2. Caracterização da Região de Estudo	21
3.3. Coleta e processamento dos dados	22
3.3.1. Caracterização das unidades produtivas e práticas ecológicas da propriedade.....	22
3.3.2. Levantamento dos dados Socioeconômicos e ambientais da propriedade	22
3.3.3. Avaliação da Qualidade da Água.....	23
3.3.4. Fertilidade do Solo.....	28
3.3.5. Avaliação da Sustentabilidade dos Agroecossistemas	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1. Caracterização da Propriedade	30
4.2. Avaliação da Sustentabilidade dos Agroecossistemas	33
5. CONCLUSÃO	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA	41

1. INTRODUÇÃO

O processo de degradação do ambiente é definido pelo decreto federal de número 97.632/89 (Brasil, 1989) como o aglomerado de processo resultante de danos ao meio ambiente, por quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, como a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos naturais. Dias (1998), afirma que a degradação ambiental pode ser entendida como alterações das condições naturais que comprometem o uso do solo, água, flora, fauna e outros recursos naturais, e assim reduzem a qualidade de vida humana. Poletto (2009) afirma que a degradação ambiental está relacionada com a agricultura convencional, por ocorrer nesta atividade a retirada da cobertura vegetal, exposição do solo, afugentamento da fauna, compactação do solo, redução da qualidade dos corpos d'água.

A degradação ambiental pode se dar pelo desmatamento, o qual, segundo Barros (2009), também está vinculado à prática da agropecuária e a agricultura, onde ocorre a retirada da vegetação para a realização destas atividades e na maioria das vezes são utilizadas técnicas que impactam nos recursos naturais, como a queimada da vegetação, ocorrendo a perda da fertilidade do solo, erosão e ocasionando várias outras consequências.

A cerca do uso dos recursos naturais, a sustentabilidade baseia-se na ideia de uma utilização mais adequada dos recursos ambientais e socioeconômicos para permitir que as gerações futuras também desfrutem desses recursos antes de esgotá-los. Este conceito se consolidou através da Comissão Brundtland, em 1987, e desde então tem sido a definição comumente aceita de desenvolvimento sustentável (MARCHAND; LE TOURNEAU, 2014).

Neste sentido, Silva (2018) confirma o que disseram os autores supracitados onde o termo sustentabilidade foi estabelecido em 1987, a partir da publicação do Relatório Brundtland, o qual propõe que sejam conservados e protegidos os recursos naturais a fim de atender as necessidades das presentes e futuras gerações. Essa proposta parte da conjuntura do alto desequilíbrio ambiental promovido principalmente pela ausência de uma gestão eficiente dos agroecossistemas e da forma como lida-se com o meio ambiente.

Neste contexto surgem estratégias de desenvolvimento ambiental voltado para a produção agrícola. Ferreira et al. (2016) ressaltam que buscando a mudança de uma agricultura moderna se tem a agroecologia como importante vertente de modificação para modelos de produção desta base, como resposta ao esgotamento do padrão convencional de agricultura. Reforça-se, que para a agroecologia, a agricultura é um sistema vivo e complexo inserido na natureza, rica em diversidade, dotada de múltiplos tipos de plantas, animais, micro-organismos e minerais e de infinitas formas de relação entre estes e outros habitantes do planeta Terra. A

agroecologia passou a se desenvolver a partir dos modelos de agricultura de base ecológica e seus benefícios, visando a sustentabilidade dos agroecossistemas, os benefícios, econômicos, sociais e ambientais (FAO, 2012).

Os indicadores de sustentabilidade entram nesta questão como medidores do grau de sustentabilidade da agricultura familiar por via da busca em identificar técnica e/ou ações que venham superar e minimizar os efeitos degradantes das atividades humanas sobre o meio ambiente e, ao mesmo tempo, prover o bom desempenho social e econômico (SANTANA, 2019).

A avaliação da sustentabilidade de agroecossistema da agricultura familiar torna-se a maneira adequada de se demonstrar a eficiência socioeconômica e ambiental de uma propriedade agroecológica.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo geral

Realizar a avaliação de sustentabilidade em uma propriedade agroecológica no nordeste paraense.

1.1.2. Objetivos específicos

- Aplicar os Indicadores de Sustentabilidade de Agroecossistemas (ISA) em uma propriedade agroecológica.
- Diagnosticar as fragilidades do agroecossistema a partir do grau de sustentabilidade de cada indicador.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Sustentabilidade e Produção Agrícola

O uso dos recursos naturais para o desenvolvimento de atividade agrícolas são frequentes desde as eras primitivas. Neste período a sociedade humana desenvolveu técnicas e recursos que permitiam o controle sobre o ambiente. A mecanização do setor, aliado ao aumento populacional e a proposta de crescimento econômico trouxe inúmeros conflitos socioeconômicos e ambientais que comprometem as relações da sociedade com o meio ambiente (SILVA, 2016).

Com a evolução deste cenário a modernização da agricultura foi propagada no Brasil desde a metade do século XX com o objetivo de aumentar a produção e a produtividade de culturas de interesse internacional através da inserção de inovações tecnológicas (MATOS; PESSOA, 2011).

Juntamente com tais questões, surgia o interesse com as questões ambientais que despertou a procura por recursos viáveis de sustentabilidade e proteção ao meio ambiente em diversos países. Esse panorama impeliu a abertura dos debates e encontros internacionais, que levaram à reflexão sobre o compromisso das ações antrópicas sobre as atividades por estas desenvolvidas (SILVA, 2016).

No mesmo sentido Dal Soglio (2016) afirma que no início do século XXI, a compreensão de que se necessita buscar uma convivência mais sustentável, pensando na qualidade de vida das futuras gerações, da espécie humana e das demais espécies que compartilham o planeta.

A sustentabilidade possibilita um novo modo de vida para as populações, que possibilite estratégias de sobrevivência a longo prazo, no objetivo de conservar os recursos naturais para o bem estar das atuais e futuras gerações, baseando-se em uma relação equilibrada com o meio ambiente, que mantenha a biodiversidade, sendo esta aplicada em suas dimensões ambiental, social e econômica (SACHS, 2002).

Para Diegues (2001) o desenvolvimento sustentável busca solucionar as incoerências das gerações atuais e futuras no que tange o crescimento econômico, distribuição de renda e à necessidade de conservação dos recursos naturais. O equilíbrio entre o desenvolvimento social, ao crescimento econômico e uso dos recursos naturais parte da investigação e da aquisição de um apropriado planejamento territorial que considere os limites da sustentabilidade (FIORILLO, 2012).

Para Silva (2012, p. 24) sustentabilidade constitui um termo dinâmico e complexo:

a sustentabilidade tem ganho destaque devido a crescente conscientização da necessidade de melhoria nas condições ambientais, econômicas e sociais, de forma a aumentar qualidade de vida de toda a sociedade, preservando o meio ambiente, assim como ter organizações sustentáveis econômicas e indivíduos socialmente sustentáveis. Mais que os benefícios à sociedade, a adoção de mecanismos sustentáveis tem sido estrategicamente pensados como uma forma de diferenciação de produtos e também para inserção em alguns mercados.

Em contrapartida ao apelo ambiental em busca da sustentabilidade, tem-se os setores da economia ligados ao modelo da modernização da agricultura, dependente de insumos e de capital. Estas resistem às mudanças que se impõem para que a agricultura se torne sustentável (DAL SOGLIO, 2016).

Há tempos, o meio ambiente vem sendo utilizado como promotor da economia, o que tem contribuído para uma crise ambiental (DAL SOGLIO, 2016).

Deste modo, o tema da sustentabilidade ganhou visibilidade após estudos demonstrarem os números alarmantes da destruição do meio ambiente (MENUCCI; FLORES, 2017). Todavia, a constatação de uma crise ambiental forma um cenário da sustentabilidade (SILVA, 2018).

2.2. Agricultura familiar e Agroecologia

A agricultura familiar é uma categoria surgida durante as transformações experimentadas pelas sociedades capitalistas desenvolvidas. O que era um modo de vida tradicional converteu-se em uma profissão. A forma de exploração agrícola familiar consiste na produção executada intimamente ligada ao seio familiar, desenvolvida efetivamente por membros da família, porém possibilitando a contratação de trabalhadores por temporada de safra, por exemplo (SAVOLDI; CUNHA, 2010).

A definição legal para a Agricultura familiar é disposta na Lei Federal n. 11.326, de 24 de julho de 2006, no artigo 3º (BRASIL, 2006), onde:

Art. 3º Para os efeitos desta Lei, considera-se agricultor familiar e empreendedor familiar rural aquele que pratica atividades no meio rural, atendendo, simultaneamente, aos seguintes requisitos:

- I - Não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais;
- II - Utilize predominantemente mão-de-obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento;
- III - Tenha percentual mínimo da renda familiar originada de atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento, na forma definida pelo Poder Executivo;
- IV - Dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família.

A modernização agrícola com seu aporte tecnológico ocasionou sérios prejuízos ao meio ambiente, fazendo com que surgisse discussões sobre a importância e o papel da agricultura familiar, esta vertente vem ganhando força em debates voltados para o desenvolvimento sustentável e sua importância na geração de emprego, renda e na segurança alimentar (GOMES, 2004). A este intuito se desenvolveu o conceito de Agricultura Sustentável, que se define como uma agricultura equilibrada ecologicamente, socialmente justa, economicamente viável, humana e adaptativa que visa a diminuição dos possíveis danos causado ao ambiente, mas sem deixar de atender as demandas e necessidades básicas humana (AMARAL; ARAÚJO, 2015, p. 47)

A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura- FAO (2019) ressalta a importância da agricultura familiar no âmbito social, econômico e ambiental:

A família e o campo representam uma unidade que evolui de forma contínua e desempenha funções econômicas, ambientais, sociais e culturais na economia rural mais ampla e nas redes territoriais em que estão integradas. Os agricultores familiares gerenciam sistemas agrícolas diversificados e preservam os produtos alimentares tradicionais, o que contribui para permitir dietas equilibradas e proteger a agrobiodiversidade global. Os agricultores familiares salvaguardam as culturas locais e gastam os seus rendimentos nos mercados locais e regionais, gerando assim numerosos empregos agrícolas e não agrícolas. Portanto, os agricultores familiares têm um potencial único para aumentar a sustentabilidade da agricultura e dos sistemas alimentares, por isso um ambiente regulatório favorável é essencial para apoiá-los.

Esta vertente da agricultura produz mais de 80% da alimentação mundial ao mesmo tempo em que contribui para o aumento da sustentabilidade ambiental. A agricultura familiar atua na preservação e restauração da biodiversidade e dos ecossistemas, fornece alimentos tradicionais e nutritivos, contribui para se manter o patrimônio cultural nas áreas rurais (FAO, 2019). Para a FAO: “A finalidade da década é focar os esforços da comunidade internacional com vistas a trabalhar, coletivamente, na formulação e implementação de políticas econômicas, ambientais e sociais voltadas à criação de um ambiente propício e ao fortalecimento da agricultura familiar”.

A agricultura familiar no Brasil é um setor marginalizado, sendo considerado como um encargo e não como uma atividade essencial para o desenvolvimento rural brasileiro (SANTOS; SANTOS, 2015). A agricultura familiar detém 20% das terras brasileiras e responde por 30% da produção global agrícola, sendo esta uma atividade geradora de renda, a qual contribui, para o desenvolvimento econômico do Brasil (IBGE, 2017).

A agroecologia surge como um caminho que concilia a agricultura familiar e a sustentabilidade para o espaço rural. Não obstante, é necessário reconhecer os desafios da

transição de um modelo para outro, que envolve a dimensão econômica, tecnológica, social e cultural. Versar a perspectiva da sustentabilidade do desenvolvimento no espaço rural é reconhecer sua complexidade no que tange a composição social, práticas cotidianas e relações sociais e econômicas do produtor (SANTOS et al, 2014).

A agroecologia é o caminho para se levar a agricultura ao viés sustentável, adotando-se o estudo de processos econômicos e de agroecossistemas, bem como é considerado um agente para as mudanças sociais e ecológicas complexas que tenham necessidade de ocorrer no futuro (GLIESSMAN, 2000). A agroecologia se faz lembrar como uma agricultura menos agressiva ao meio ambiente, ofertando produtos naturais isentos de resíduos químicos (CAPORAL; PAULOS; COSTABEBER, 2009).

A agroecologia enxerga a agricultura como um sistema vivo e complexo inserido na natureza, rica em diversidade, dotada de múltiplos tipos de plantas, animais, micro-organismos e minerais e de infinitas formas de relação entre estes e outros habitantes do planeta Terra (DAL SOGLIO, 2016).

O sistema agroecológico oferece melhor aproveitamento dos processos naturais, e interações benéficas, de modo que possibilita a redução de insumos externos e melhoria da eficiência dos sistemas agrícolas (ALTIERI, 2012). Feiden (2015) ressalta que quanto mais próximo aos sistemas naturais da região são os agroecossistemas agrícolas, em relação a sua função e estrutura, maior é a probabilidade de se alcançar a sustentabilidade agroecossistêmica.

2.3. Indicadores de Sustentabilidade

A avaliação da sustentabilidade em agroecossistemas busca identificar técnica e/ou ações que buscam superar e minimizar os efeitos degradantes das atividades humanas sobre o meio ambiente e, ao mesmo tempo, prover o bom desempenho social e econômico (SANTANA, 2019). Os métodos de avaliação da sustentabilidade são um meio de contribuir para a criação do cenário do agroecossistema e direcionar o planejamento de ações sustentáveis (ROMIERO, 2014).

Indicadores podem ser entendido como um instrumento que permite mensurar as alterações nas características de determinado sistema (DEPONTI; ECKERT; AZAMBUJA, 2002), bem como avaliar uma situação atual e prever seu comportamento futuro, possibilitando a comparação desta em uma escala temporal (CORRÊA; TEIXEIRA, 2008).

A utilização de sistemas de avaliação tem contribuído para o emprego de práticas que busquem pela preservação do ambiente e que tem como intuito minimizar, mitigar e

diagnosticar os impactos estabelecidos pela implantação da agricultura, assim, tem-se estabelecido o uso de indicadores de sustentabilidade (SILVA, 2018).

Indicadores compreendidos por Marzall e Almeida (2000), como medidas das condições, do processo e comportamento dos sistemas, os quais podem fornecer uma síntese confiável. Bem como, são maneiras de mensuração e avaliação destes sistemas complexos, a fim de que se tenha um panorama fiel da realidade e represente o meio e possa estabelecer parâmetros capazes de explicar o estado de um determinado ambiente (KEMERICH et al., 2014).

Os indicadores de sustentabilidade foram apontados como instrumentos utilizados para monitorar e analisar o desenvolvimento sustentável, esses são responsáveis por capturar tendências para a tomada de decisão, orientar o desenvolvimento e o monitoramento de políticas e estratégias (KEMERICH et al., 2014).

Há várias ferramentas que usam indicadores de sustentabilidade para medir a evolução e/ou presença de sustentabilidade. Neste sentido o Indicador de Sustentabilidade em Agroecossistemas (ISA), utiliza o conceito de sustentabilidade que é sustentado em um conjunto de indicadores que direcionam os agroecossistemas a um processo de transição para um padrão de menor para maior sustentabilidade (FERREIRA et al., 2012). Essa ferramenta possui um caráter normativo em que a sustentabilidade é trabalhada pelas dimensões social, econômico e ambiental. Dimensões que apoiam elementos vinculados ao planejamento, gestão, conservação, capacitação, acesso e diversificação.

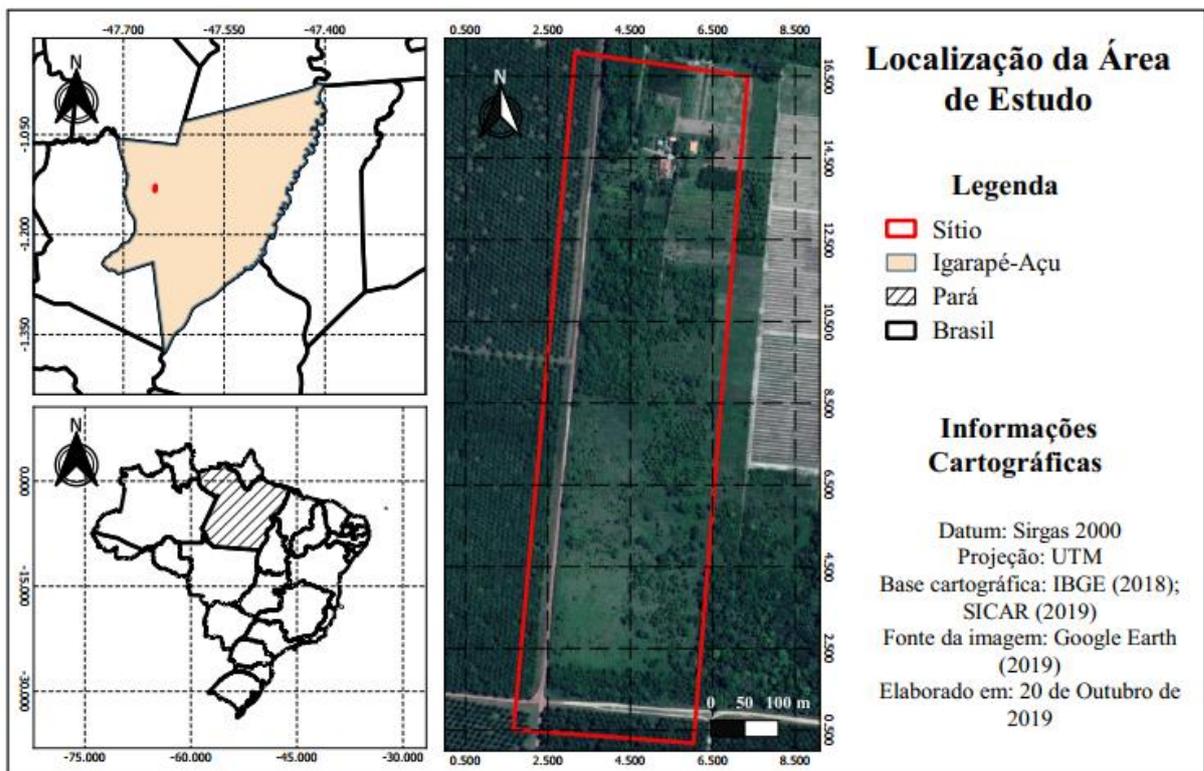
3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

A área de estudo é uma propriedade agroecológica situada na zona rural do município de Igarapé Açu à aproximadamente 3,5 km do centro urbano (Figura 1). A propriedade em questão possui 26,13 hectares de área.

O município de Igarapé Açu está localizado a aproximadamente 157 km da capital do estado do Pará, possuindo 785, 983 km² de área territorial. Este possui uma população estimada para 2019 de 38.807 habitantes (IBGE, 2019).

Figura 1- Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Autora (2019).

3.2. Caracterização da Região de Estudo

O clima na região é classificado como megatérmico úmido, tipo Am de acordo com a classificação de Köppen, apresenta temperatura média durante todo o ano, em torno de 25°C, apresenta precipitação anual elevada e atinge 2.350mm, com forte concentração entre os meses de janeiro a junho, e estiagem entre os meses de julho a dezembro, apresenta aproximadamente 85% de umidade relativa do ar (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET, 2019).

A cobertura vegetal primitiva do município era originalmente do tipo Florestal Perenifólia e Hidrófila, entretanto, foi substituída e atualmente é constituída predominantemente por Floresta Secundária, em diversos estágios de regeneração, além de apresentar áreas destinadas à agricultura (ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO-ZEE, 2010).

O solo do município é caracterizado como Latossolo Amarelo, de textura média, solos de concrecionários lateríticos nas terras firmes, além da presença de solos hidromórficos indiscriminados e solos aluviais nas áreas das várzeas (MIRANDA; SILVA; CARVALHO, 2019).

3.3. Coleta e processamento dos dados

3.3.1. Caracterização das unidades produtivas e práticas ecológicas da propriedade

Para o diagnóstico das unidades produtivas realizou-se uma entrevista com os proprietários do imóvel (figura 2) a fim de se conhecer as especificidades do local e o histórico da área. A técnica de pesquisa objetivou a obtenção dos dados que interessam à investigação. Para Gil (2008), esta técnica traz como principais vantagens a obtenção de diferentes tipos de dados com aprofundamento, podendo estes dados serem classificados e quantificados.

Figura 2 - Entrevista com os proprietários do imóvel rural.



Fonte: Autora (2019).

3.3.2. Levantamento dos dados Socioeconômicos e ambientais da propriedade

Para a avaliação Socioeconômica e ambiental do agroecossistema foi utilizado a adaptação da ferramenta ISA - Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas. Esta metodologia foi desenvolvida pela Epamig, em parceria com a Emater-MG, IEF, Embrapa, UFMG e Fundação João Pinheiro. A ferramenta ISA é adequada aos objetivos do estudo uma vez que permite uma abordagem ampla sobre o ecossistema/propriedade, incluindo os fatores socioeconômicos e ambientais. A metodologia trata cada propriedade como um sistema

particular, destacando o produtor como gestor do agroecossistema (FERREIRA et al., 2012; ISA, 2019).

Para a execução da metodologia primeiramente foi realizado uma visita de campo, onde se sucedeu a aplicação de um questionário com os proprietários. Verificou-se os limites da propriedade a partir de dados do cadastro ambiental Rural-CAR fornecido pelos proprietários, gerou-se assim um croqui que retratasse fielmente a situação atual do imóvel rural. Na sequência definiu-se juntamente com os gestores do local as classes de uso e ocupação do solo na área, estas classes foram padronizadas conforme as categorias: a) lavoura permanente; b) lavoura temporária; c) pastagem; d) silvicultura; e) pousio ; f) vegetação nativa; g) espelho d'água; h) áreas não agrícolas.

Após a identificação dos limites dos recursos naturais e dos talhões de produção, foi feito o preenchimento da planilha, por meio de entrevista semiestruturada com os proprietários, onde se adquiriu informações do âmbito socioeconômico e ambiental.

Com os dados da entrevista, visualização in loco e dados do Cadastro Ambiental Rural-CAR e a partir de técnicas de geoprocessamento de imagens de satélite, foi gerado um mapa do estabelecimento com o uso e a ocupação do solo, identificando as áreas e suas classes de uso, este foi produzido no software livre QGIS 3.4.10.

3.3.3. Avaliação da Qualidade da Água

Foram realizadas medições dos parâmetros de qualidade da água subterrânea da propriedade. Para tanto as coletas de água foram realizadas de acordo com os procedimentos da FUNASA (BRASIL, 2013), As análises foram feitas segundo o Manual Prático de Análise de Água da Fundação Nacional da Saúde - FUNASA (BRASIL, 2013), atendendo-se ao que exige a PRC N° 5/2017 a que indica as metodologias analíticas adequadas para análises de água.

As amostras foram coletadas em triplicata na torneira mais próxima ao poço da propriedade (figura 3). Para cada amostra de água coletada para a as análises microbiológicas utilizou-se os fracos esterilizados da marca TWIRLEM com capacidade de 100 ml, fornecidos pelo laboratório de Engenharia e Meio Ambiente da UFRA-Capanema.

As amostras de água foram acondicionadas em caixa isotérmica, visando garantir sua integridade e preservação. Em seguida, foram transportadas para o Laboratório de Provas Básicas de Água no 4° Centro Regional de Saúde – DVS/4° CRS – SESPA, em Capanema-PA.

Figura 3 - Coleta de água para análises microbiológicas.



Fonte: Autora (2019).

A metodologia utilizada para análises microbiológicas das amostras de águas foi a Técnica do Substrato Cromogênico-Fluorogênico, que possibilita atestar a presença ou ausência de bactérias do grupo coliformes totais, como também da bactéria *Escherichia coli* (indicador de contaminação fecal na água) nas amostras (BRASIL, 2013).

O método do Substrato Cromogênico-Fluorogênico, é baseado nas atividades enzimáticas específicas das bactérias em estudo. Para coliformes totais tem-se a enzima β -galactosidase, e para *E. coli*, tem-se a enzima β -glucuronidase. Em laboratório foi utilizado 1 (um) frasco de COLILERT® IDEXX DL410B (figura 4) por amostra, o qual contém os dois substratos cromogênicos orto-nitrofenil- β -D-galactopiranosídeo (ONGP) e fluorogênico 4-metilumbeliferil- β -D-glucoronídeo (MUG), necessários para determinação dos resultados.

Figura 4 - Frascos de COLILERT IDEXX DL410B.

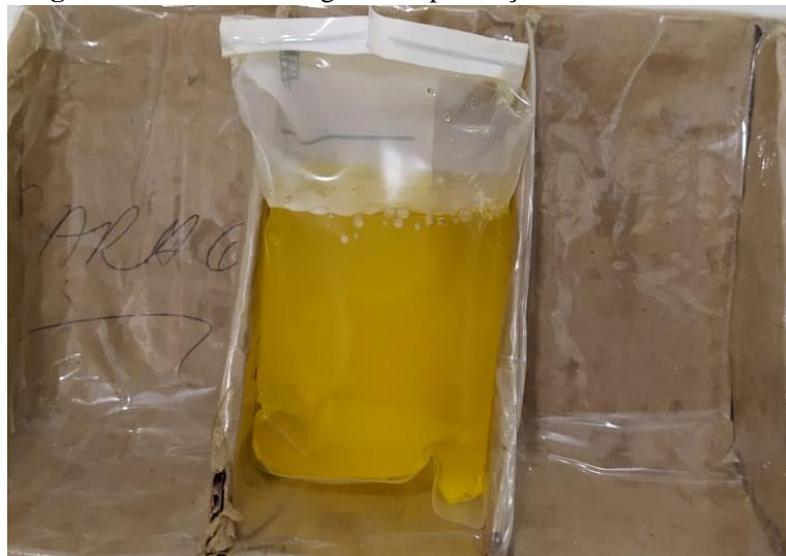


Fonte: Autora (2019).

As amostras contendo o Colilert foram levadas para estufa, modelo FANEM 502/4-C e incubadas na temperatura de 35 °C por 24 horas. O substrato cromogênico ONPG é utilizado para a detecção da enzima comum no grupo coliformes totais, a β galactosidase, que hidroliza o ONPG a orto-nitrofenol, e dessa forma, caso o resultado da amostra seja a presença de coliformes totais, ocorre a mudança de cor da amostra para amarelo.

Para o diagnóstico da presença ou ausência de *E. Coli*, o substrato MUG sofre a ação da enzima β -Glucuronidas característica dessa bactéria, ao sofrer degradação, o MUG libera a 4-metilumbeliferona a que, exposta a luz ultravioleta (UV), apresenta uma fluorescência caso o resultado ateste a presença de *E. Coli*. (MARQUEZI, 2010). Logo, se a amostra apresentar alteração da coloração para amarela (figura 5), constata-se a presença de coliformes totais.

Figura 5 - Amostra de água com presença de coliformes totais.



Fonte: Autora (2019).

Quando a amostra indica fluorescência sobre a luz UV, constata-se a presença de bactérias do grupo coliforme totais e *E. coli* (Figura 6).

Figura 6 - Amostra de água com ausência de *E. Coli*.



Fonte: Autora (2019).

Quanto as análises físico-químicas da água, primeiro se coletou a água na torneira mais próxima do poço (figura 7) seguindo-se o procedimento da FUNASA (BRASIL, 2013). Para cada amostra de água coletada utilizou-se os fracos esterilizados da marca QUALIVIDROS com capacidade de 1000 ml, fornecidos pelo laboratório de Engenharia e Meio Ambiente da UFRA-Capanema, todas as amostras foram devidamente identificadas.

Figura 7 - Coleta de amostras de água para análises físico-químicas.



Fonte: Autora (2019).

Para se medir os parâmetros físico-químico das amostras, utilizou-se uma sonda multiparamétrica de modelo TPS-Bante900P (figura 8), que permite a leitura dos parâmetros a partir de seus sensores *in loco* (figura 9). Deste modo, as três amostras foram analisadas na propriedade logo após a coleta (figura 9).

Figura 8 - Sonda utilizada análises físico-químicas.



Fonte: Autora (2019).

Figura 9 - Leitura dos parâmetros físico-químicos das amostras.



Fonte: Autora (2019).

Os parâmetros físico-químicos analisados foram: potencial hidrogeniônico (pH) e temperatura, as leituras se repetiram para as três amostras, para que fosse possível assim ter-se uma média dos valores.

Pós análises tanto os valores microbiológicos quanto físico-químicos foram inseridos na planilha do ISA, no item de qualidade de água subterrânea para assim se gerar um valor de índice.

3.3.4. Fertilidade do Solo

Foi realizada análise dos atributos de fertilidade do solo: Acidez ativa (pH), Potássio trocável (K), Fósforo disponível (P), Cálcio trocável (Ca), Magnésio trocável (Mg), Alumínio trocável (Al), Capacidade de troca de cátions (CTC), Matéria orgânica (MO), saturação por bases e textura do solo. A coleta das amostras foi realizada de acordo com o manual da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (2014).

O solo foi coletado em diferentes áreas da propriedade (figura 10) escolhidas de maneira aleatória para que se pudesse ter um panorama geral da propriedade. Deste modo a cada 20 amostras simples gerou-se uma amostra composta, totalizando 60 amostras simples (3 compostas). As amostras foram coletadas com o auxílio de um trado tipo sonda, com profundidade de 0,0 a 0,20 metros, em cada 20 amostras que foram homogeneizadas e acondicionadas em sacos plástico de 1500 ml, devidamente identificados. Em seguida as amostras foram encaminhadas para análise no laboratório de solos da Embrapa Amazônia Oriental, situado em Belém-PA.

Figura 10 - Coleta de amostras de solo em diferentes áreas da propriedade.



Fonte: Autora (2019).

3.3.5. Avaliação da Sustentabilidade dos Agroecossistemas

Foram utilizados 21 indicadores de sustentabilidade, estes foram calculados a partir das informações levantadas e avaliados dentro de um intervalo entre 0 e 1. Estes valores resultantes são obtidos a partir de funções que atribuem valor às variáveis, utilizando-se fatores de ponderação para cada parâmetro avaliado (Ferreira et al., 2012).

Para a quantificação dos índices os idealizadores do ISA definiram o valor 0,7 como limiar de sustentabilidade ou valor de referência correspondente ao bom desempenho ambiental, econômico ou social.

Os valores gerados para cada indicador foram agrupados então em dois grandes grupos de subíndices de sustentabilidade, sendo estes: Aspectos socioeconômico e Aspectos ambientais. Sendo o primeiro composto pelos índices: Produtividade, Diversidade de Renda, Evolução patrimonial, Grau de endividamento, Serviços básicos e Segurança alimentar, Escolaridade e Capacitação, Ocupação e Emprego, Gestão, Comercialização e Inovação. Enquanto o segundo aspecto é composto pelos índices: Gerenciamento de resíduos, Segurança do trabalho, Fertilidade do solo, Qualidade da água, Risco de contaminação da água, Solos degradados, Práticas de conservação, Estradas, Vegetação nativa, APPs, Reserva Legal e, Diversificação da Paisagem.

Após o preenchimento dos dados foi gerado automaticamente na planilha eletrônica a quantificação de cada indicador, um relatório com a síntese de todas as informações abordadas pelas análises de geoprocessamento, de laboratório, dos indicadores e dos índices. Por fim, um índice final de sustentabilidade com valor entre 0 e 1 foi gerado a partir da média aritmética dos 21 indicadores.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização da Propriedade

A área agroecológica estudada está de posse dos proprietários a 10 anos, sendo antes um local de produção de dendê. Após a compra, os donos começaram a inserir técnicas agroecológicas e diversificar a produção, hoje não havendo a presença da cultura. O local conta com a técnica de compostagem laminar, que consiste no depósito de resíduos na camada superficial do solo (figura 11), a fim de auxiliar na fertilidade do solo. Embrapa (2007), afirma que esta é uma técnica de transição agroecológica, ou ecologização dos sistemas de produção.

A área é considerada uma propriedade de agricultura familiar por cumprir os requisitos dispostos na Lei Federal n. 11.326, de 24 de julho de 2006 (BRASIL, 2006). Segundo o censo agropecuário do ano de 2017, dos 80,89 milhões de hectares da agricultura familiar mapeados no Brasil, 6,3% são propriedades agroecológicas (IBGE, 2019).

Figura 11 - Cobertura da camada superficial do solo com resíduos orgânicos (casca de ovos, penas de frangos, e caroços de açaí).



Fonte: Acervo dos proprietários.

Na propriedade todos os insumos usados na produção são oriundos de resíduos, a adubação orgânica e o uso de fertilizantes. A produção destes produtos é realizada no local com resíduos produzidos no sítio, recebidos de granjas, propriedades vizinhas e vários outros estabelecimentos presentes no município. Os gestores do local, com o passar do tempo, firmaram parcerias para que este elo fosse criado.

O sistema de produção das culturas é organizado em sistemas agroflorestais- SAF's com diferentes interações de cultura. As lavouras permanentes, temporárias e a silvicultura estão integradas nestes sistemas. Culturas como: cacau, cupuaçu, açaí, pupunha, banana, mamão, macaxeira, abacaxi, citrus e hortaliças são dispostos em 8,5 hectares de área produtiva. Além destes produtos vendidos *in natura* também se tem os desenvolvimentos de outros produtos, como adubos orgânicos, produção de mel, compotas, óleos, entre outros.

A tabela (1) apresenta os produtos que estão sendo comercializados atualmente, bem como a unidade em que são vendidos. Os produtos provindos destes cultivos são comercializados pelos proprietários em locais específicos e são anunciados através de alguns aplicativos digitais. A produção média mensal do local é de aproximadamente 169,5 quilogramas.

Tabela 1- Relação de produtos e preços de venda da produção da propriedade.

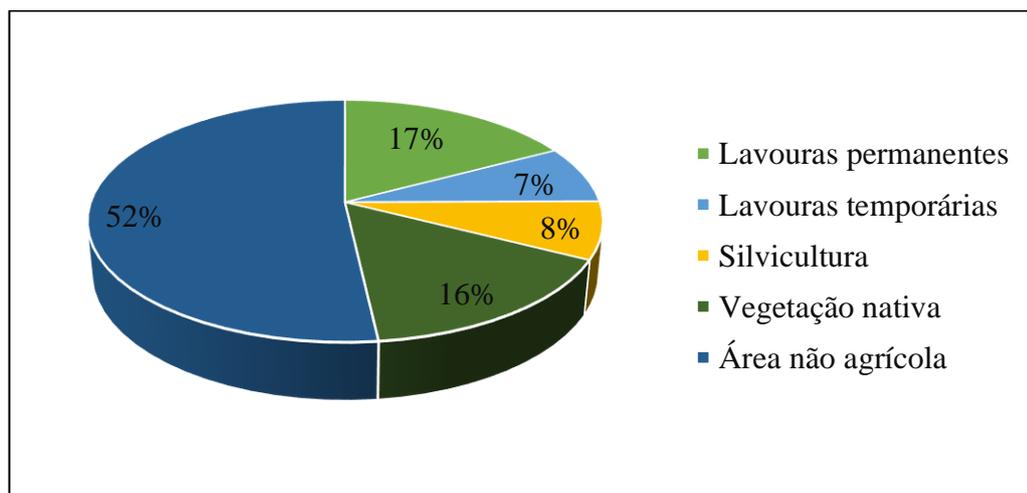
Produtos	Unidade	Preço de Venda (R\$)
Abóbora	quilograma	5,20
Adubo Orgânico	quilograma	0,75
Banana	quilograma	5,40
Biomassa de banana verde	quilograma	34,40
Geleia de Cupuaçu	quilograma	28,70
Laranja Lima	Quilograma	5,60
Limão Galego	quilograma	5,50
Macaxeira com casca	quilograma	4,90
Macaxeira ralada	quilograma	11,60
Macaxeira sem casca	quilograma	6,60
Ora pro nobis	quilograma	38,50
Água de coco	Litro	12,99
Mel puro	Litro	90,00
Óleo de Andiroba	Litro	120,0 a 200,0
Tucupi	Litro	3,95
Alface	maço	4,40
Capim Santo	maço	4,00
Cidreira	maço	4,00

Coentro	maço	4,00
Couve	maço	3,50
jambu	maço	5,80
Manjericão	maço	4,00
Rúcula	maço	4,60
Vinagreira	maço	4,20
Aranto	Unidade	4,00
Coco seco	Unidade	4,40
Coco verde	Unidade	3,80
Flores tropicais (Heliconeas)	Unidade	4,00
Ovos caipira	Unidade	0,85

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados da pesquisa (2019)

Para fins de uso e cobertura do solo, a propriedade tem entre seus principais usos a área não agrícola (52%), a qual é caracterizada como as áreas de edificações e as áreas que não são utilizadas para fins de produção. As áreas de lavoura permanente, lavouras temporárias e silvicultura contemplam juntas a segunda maior classe de uso do solo e estas estão organizadas em sistemas agroflorestais, 16% do território da propriedade é composto de vegetação nativa (figura 12), o que esta em desacordo com o código florestal brasileiro.

Figura 12 - Gráfico das porcentagens de uso da terra na propriedade estudada.

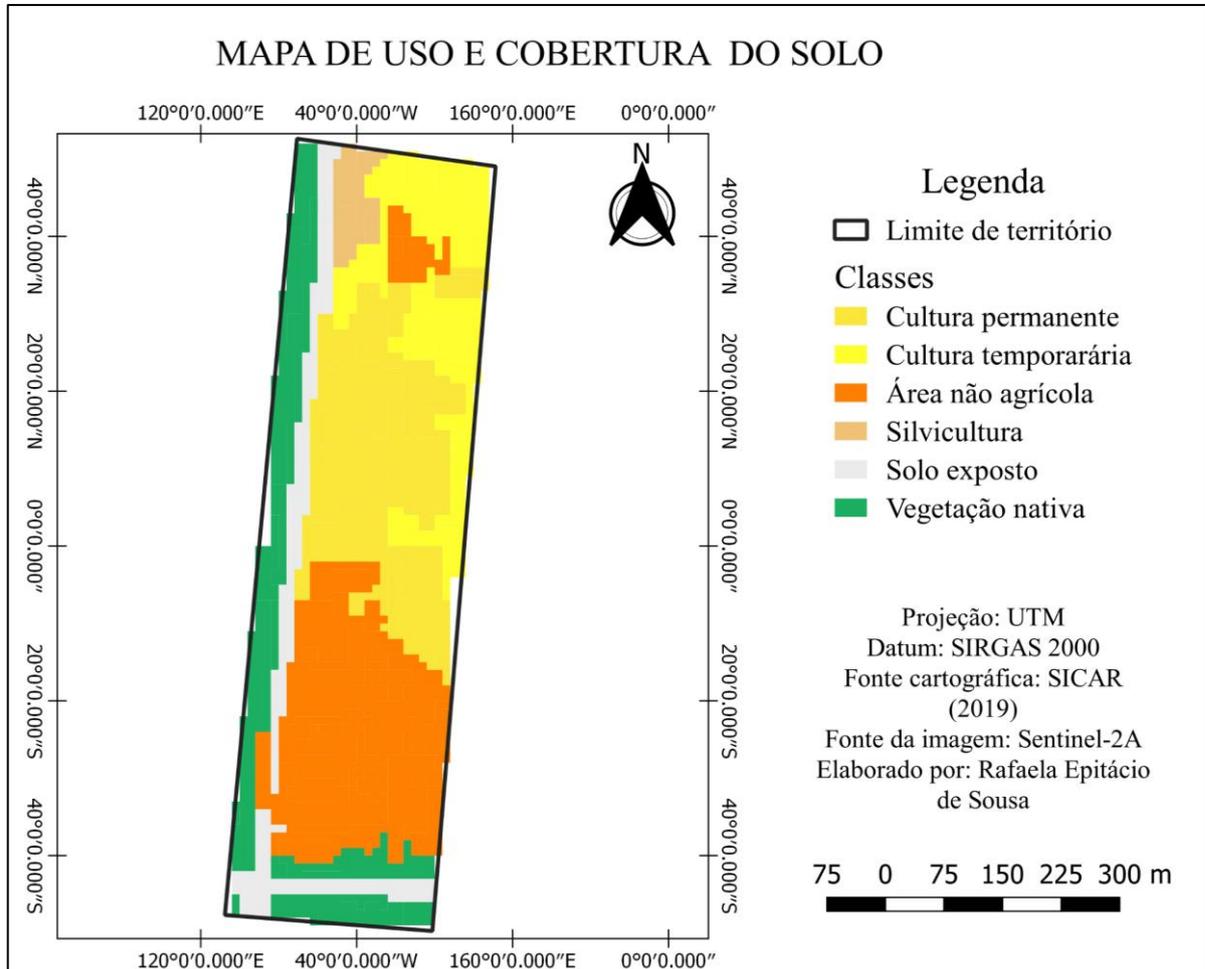


Fonte: Autora (2019).

Para a melhor visualização da localização de cada uso do solo (figura 12), tem se na figura 13 o mapa temático de uso e cobertura no local contendo 6 classes, diferente do que fora

mostrado na figura anterior, tem se a classe de solo exposto, que é caracterizada pelas estradas e caminhos dentro dos limites da propriedade, de acordo com os limites do CAR.

Figura 13 - Mapa de uso e ocupação do solo na propriedade.



Fonte: Sousa (2019).

4.2. Avaliação da Sustentabilidade dos Agroecossistemas

Os indicadores de sustentabilidade propostos pela ferramenta ISA (tabela 2), foram obtidos automaticamente por planilha eletrônica, onde os 21 indicadores foram calculados a partir das entrevistas e análises laboratoriais. Assim sendo avaliados dentro de um intervalo de 0 e 1 (FERREIRA ET AL., 2012; SILVA, 2016; SANTANA 2019).

O indicador de produtividade no agroecossistema (propriedade) foi avaliado como sustentável, uma vez que a área é produtiva durante todas as épocas do ano, exatamente pela diversidade de produção. Em trabalho realizado no estado de Sergipe, avaliando a sustentabilidade da produção de milho, Silva (2018), obteve valores abaixo do limiar de sustentabilidade. A autora atribui o dado às características climáticas da região e a diminuição da produção durante o período de altas temperaturas.

Tabela 2 - Indicadores de sustentabilidade e seus respectivos índices, de acordo com os dados da área de estudo.

	Indicadores	Índices	Índice por aspecto
Aspectos socioeconômicos	1 Produtividade	0,84	0,75
	2 Diversificação de renda	0,70	
	3 Evolução patrimonial	0,68	
	4 Grau de endividamento	0,70	
	5 Serviço básico/Seg. Alimentar	0,70	
	6 Escolaridade/ Capacitação	1,00	
	7 Ocupação e Emprego	0,35	
	8 Gestão	0,79	
	9 Comercialização e Inovação	1,00	
Aspectos Ambientais	10 Gerenciamento de resíduos	0,75	0,81
	11 Segurança do trabalho	0,70	
	12 Fertilidade do solo	0,84	
	13 Qualidade da água	0,75	
	14 Risco de contaminação	0,84	
	15 Avaliação dos solos degradados	1,00	
	16 Práticas de conservação	0,93	
	17 Estradas	1,00	
	18 Vegetação nativa	0,54	
	19 Reserva legal	0,71	
	20 Diversificação da paisagem	0,84	

Fonte: Autora (2019).

Na tabela 2 o indicador APP foi excluído por dentro do agroecossistema e arredores não haver corpo d'água. Nos aspectos ambientais (tabela 2), o gerenciamento dos resíduos sólidos se mostrou sustentável uma vez que a única geração de resíduos que não é aproveitada no

agroecossistema são plásticos e em pequena quantidade, havendo na propriedade a utilização de todos os resíduos orgânicos.

A propriedade possui vizinhos que fazem uso de agroquímicos, no entanto esta conta com a proteção de cercas vivas que minimizam o risco de contaminação. Bem como todos os funcionários e proprietários fazem uso de alguma forma de EPI (equipamento de proteção individual), como botas, camisas de mangas compridas e chapéus, quando necessário fazem uso de luvas. Dados diferentes de trabalhos desenvolvido por Silva (2018), onde o uso de químicos, disposição a céu aberto de resíduos tornou esses índices abaixo do limiar de 0,7. O indicador ambiental relacionado a APP's está nulo uma vez que na propriedade não há corpos de água. Em relação a vegetação nativa o valor de sustentabilidade é justificado uma vez que nem todos os 50% de área da propriedade estão com cobertura vegetal no que tange a reserva legal que para o estado do Pará deve ter este valor de acordo com o código florestal brasileiro (Brasil, 2012).

Quanto a qualidade da água para consumo humano, a PRC N° 5/2017 estabelece como padrão de potabilidade para a água destinada ao consumo humano, ausência de coliformes totais e termotolerantes (*E. coli.*) em 100 ml de amostra de água. o potencial hidrogeniônico- pH deve estar na faixa de 6- 9,5. Comparado com a legislação, os parâmetros de água do agroecossistema pesquisado neste estudo está em ótimas condições (tabela 3) o que faz este indicador ser caracterizado como sustentável. Estes parâmetros (tabela 3) são os principais para se analisar a qualidade de água para consumo humano.

Tabela 3 - Avaliação da qualidade de água na área de estudo

Parâmetros analisados pelo ISA		
Coliformes fecais	pH	Temperatura
Ausente	9,3	26 ° C

Fonte: Autora (2019).

Para quantificar este subíndice de qualidade do solo estão contidos os indicadores de fertilidade do solo, os quais se remetem aos parâmetros de textura (dag kg-1), matéria orgânica disponível no solo (dag kg-1), fósforo em (mg dm-3), as quais foram analisadas a partir das classes estabelecidas pelo ISA, correspondendo em arenosa, média, argilosa e muito argilosa, cálcio trocável em (cmolcdm-3), magnésio trocável (cmolcdm-3), potássio trocável (cmolcdm-3), acidez ativa (pH), alumínio trocável (cmolcdm-3), CTC efetiva (cmolcdm-3) e saturação por bases em (%). Para a propriedade, obteve-se que a textura do solo a partir do teor de argila

é arenosa, que de maneira integrada os parâmetros de qualidade estão superiores ao limiar de sustentabilidade (tabela 4).

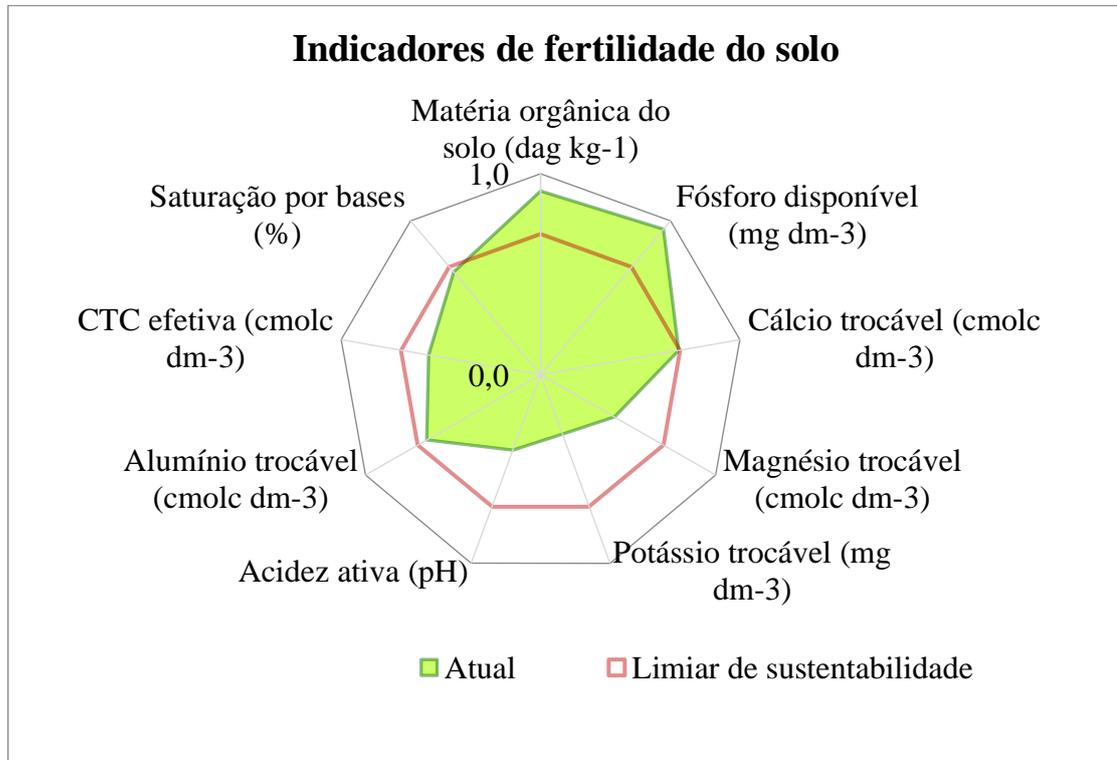
Tabela 4 - Análise da fertilidade do solo na propriedade estudada

Indicadores de Qualidade do Solo	Valores
Ca trocável	2,4
Mg trocável	0,4
K trocável	22,7
Acidez ativa (pH)	5,2
Al trocável	0,10
P disponível	99,86
Matéria Orgânica	1,39
CTC efetiva	3,01
Saturação por bases	54,8
Teor de argila	6,66

Fonte: Autora (2019).

A matéria orgânica é um dos melhores indicadores de qualidade do solo, pois se relaciona com inúmeras propriedades físicas, químicas e biológicas (Reichert; Reinert; Braidá, 2003). A fertilidade do solo é medida pela capacidade da vegetação se desenvolver adequadamente sem danos, para tanto além dos fatores físicos, os químicos são fundamentais para verificar a saúde deste recurso. O solo ácido de acordo com Embrapa (2006) controla a solubilidade de nutrientes no solo, exercendo grande influência sobre a absorção destes pela planta. A figura 15 demonstra a conformação da qualidade do solo de acordo com a ponderação entre os valores e o grau de sustentabilidade.

Figura 15 - Gráfico dos valores de fertilidade do solo e sua conformação de acordo com o grau de sustentabilidade.



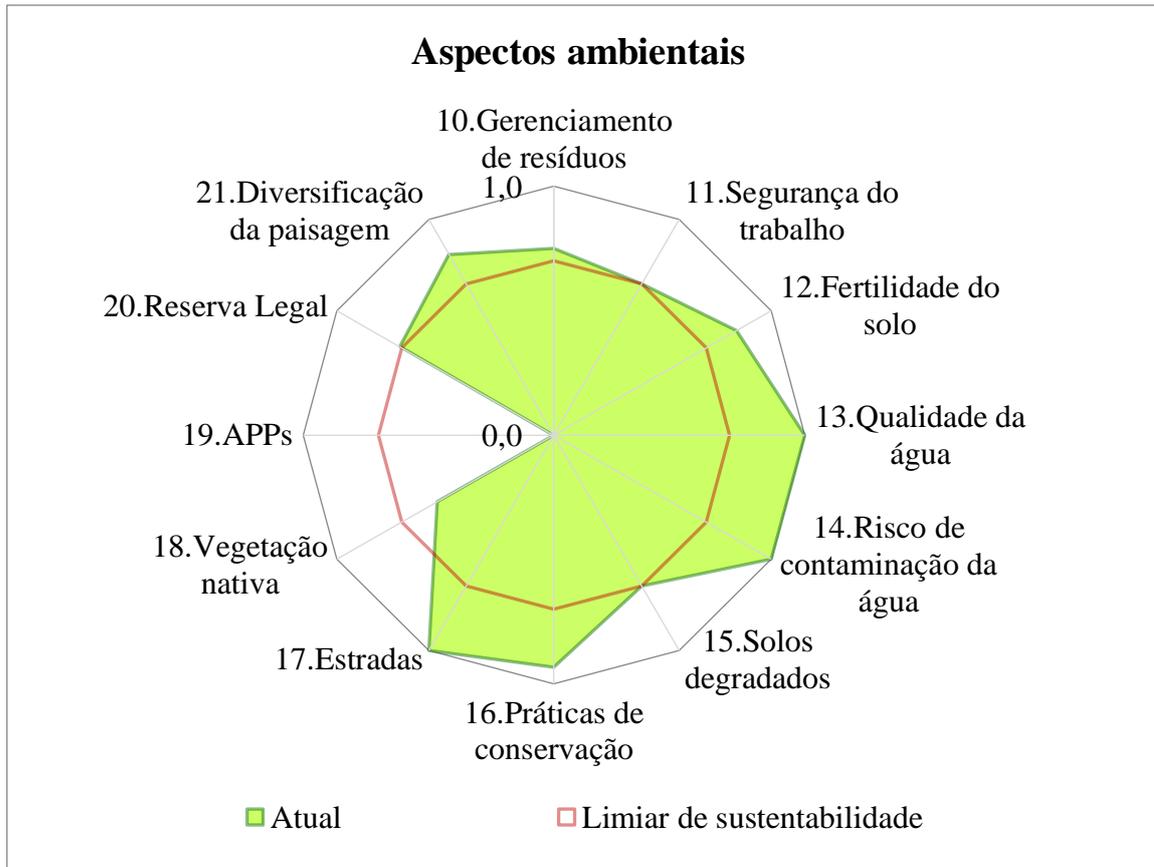
Fonte: Autora (2019).

Os indicadores relacionados a práticas conservacionistas (0,93), e diversificação da paisagem se mostraram (0,84) adequados, significando que as técnicas desenvolvidas na área, aliadas a diversidade de cultura e de múltiplos usos do solo são suficientes para que se alcance a sustentabilidade. Técnicas essas vinculadas a agroecologia como a adubação orgânica, produção em consórcio agroflorestal e o não uso de produtos fitossanitários que ampliam a sustentabilidade do agroecossistema como um todo.

O indicador de qualidade das estradas está relacionado ao grau de escoamento da água, a presença ou ausência de erosão nestas, bem como as boas condições estruturais, fator que implica na facilidade de escoamento da produção.

Deste modo a figura 16 mostra a conformação dos indicadores de sustentabilidade ambiental frente ao grau de sustentabilidade do agroecossistema.

Figura 16 – Gráfico da conformação do grau de sustentabilidade da propriedade estudada de acordo com os indicadores ambientais.



Fonte: Autora (2019)

A avaliação da sustentabilidade da propriedade a considerando como um agroecossistema integra todos os indicadores, mesmo que um deste se apresente insuficiente, os fluxos sistêmicos ainda são capazes de se desenvolver. A avaliação da sustentabilidade final neste caso se deu a partir da média aritmética de todos os 21 indicadores de sustentabilidade estudados na propriedade. Após este cálculo foi possível obter um valor de 0,78 isto sem contabilizar o indicador APP (uma vez que não há corpo d'água na propriedade), que de acordo com a metodologia está acima do limiar de sustentabilidade (0,7), apresentando um agroecossistema sustentável.

5. CONCLUSÃO

A ferramenta de Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas se mostrou adequada para a avaliação da sustentabilidade de uma propriedade agroecológica, ao demonstrar um índice de sustentabilidade socioeconômico e ambiental de 0,78, o que a classifica satisfatoriamente acima do limiar de sustentabilidade. No entanto se faz necessário tomar medidas para se elevar os outros índices que ficaram abaixo do limiar como os índices de Evolução patrimonial, Ocupação e emprego, Vegetação nativa e APPs, já que estes são os pontos mais frágeis dentro do equilíbrio do ecossistema.

Esta pesquisa contribuiu para a inserção de uma ferramenta dinâmica de avaliação de sustentabilidade no contexto da agricultura no nordeste paraense, sendo uma porta para a autonomia do produtor entender seus sistemas, podendo este investir em suas potencialidades e prevenir seus riscos. Deste modo aumentando a autonomia e produtividade da propriedade.

Ressalta-se que é imprescindível a atualização de informações utilizadas nesta ferramenta para o estado do Pará, uma vez que este é um estudo pioneiro usando a metodologia no norte do país. Se faz necessário ainda que os indicadores que foram considerados sustentáveis passem por um constante processo de monitoramento, fazendo o proprietário do agroecossistema gestor de seu território.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ALTIERI, M. A. Agroecologia, agricultura camponesa e soberania alimentar. *Revista nera*, n. 16, p. 22-32, 2012.

AMARAL, A. Q.; ARAÚJO, E. A. S. Agricultura Familiar de Sustentabilidade: uma Análise da Produção Científica da Embrapa. *Rev. Ciências Gerenciais.*, v. 19, n. 29, p. 47-50, 2015.

BARROS, F. S. 2009. A ação do homem no processo de destruição do cerrado. Trabalho de conclusão de curso de geografia. Faculdade Projeção. Taguatinga-DF.

BRASIL.1989. Decreto nº 97.632/89, de 10 de abril de 1989. Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências.

____ Lei 11.326, de 24 de Julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. *Diário Oficial da União*. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11326.htm

____ LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012. Institui o Código florestal brasileiro, 2012. Disponível em : http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm Acesso em: 10 out. 2019.

____ Manual Prático de Análise de Água. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde-Funasa. 4. ed. Brasília. 2013. 150p. SILVA, Thaisa Monteiro Menezes da et al. Sustentabilidade do sistema agrícola com milho em agricultura familiar em Simão Dias-SE. 2016.

____ Consolidação das leis do trabalho – CLT e normas correlatas. – Brasília : Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2017. 189 p. Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/535468/clt_e_normas_correlatas_1ed.pdf

____ Portaria de Consolidação nº 5, de 03 de outubro de 2017. Anexo XX: DO CONTROLE E DA VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO E SEU PADRÃO DE POTABILIDADE. Brasília, Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html. Acesso em: 11 fev. 2019

CAPORAL, F. R; PAULUS, G; CASTOBER, J. A. Agroecologia: uma ciência do campo da complexidade. 2009.

DAL SOGLIO, F. K. A agricultura moderna e o mito da produtividade. *Desenvolvimento, agricultura e sustentabilidade*, v. 1, p. 11-38, 2016.

DEPONTI, C.M.; ECKERT, C.; AZAMBUJA, J.L.B. Estratégia para construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, Porto Alegre, v.3, n.4, p.44-52, 2002.

DIEGUES, A. C. Desenvolvimento Sustentável ou Sociedades Sustentáveis: Da crítica dos modelos aos novos paradigmas. In: *Ecologia Humana e Planejamento Costeiro*. 2.ed. São Paulo: NUPAUB/USP, 2001. p.39-57.

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Amostragem e Cuidados na Coleta de Solo para Fins de Fertilidade. Manaus-AM. Embrapa Amazônia Ocidental, 2014. Documentos/Embrapa Amazônia Ocidental, ISSN:1517-3135; 115 p
- FERREIRA, A. G. et al. AGROECOLOGIA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL. In: SOGLIO, F. D; KUBO, R. R. Desenvolvimento, agricultura e sustentabilidade. Toledo: Editora Ufrgs, 2016. Cap. 10. p. 133-143.
- FERREIRA, J. M. L.; et al. Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas. Informe HIRSCH, Joachim. Teoria Materialista do Estado: processos de transformação do sistema capitalista de Estado. Rio de Janeiro: Revan, 2010.
- FIORILLO, C. A. P. Curso de Direito Ambiental Brasileiro. 13 ed. São Paulo: Saraiva, 2012. 902 p.
- GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2008. Agropecuário, v. 33, n. 271, p. 12-25, Nov./dez. 2012.
- GLIESSMAN, S. R. Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: UFRGS, 2000.
- GOMES, I. Sustentabilidade social e ambiental na agricultura familiar. Revista de Biologia e Ciências da Terra. V. 5, n 1, p. 1-17, Jan./ Jun., 2004.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Agropecuário de 2017. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). @cidades-Igarapé Açu- 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/igarape-acu>.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. Dados meteorológicos. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 12 out. 2019.
- KEMERICH, P. D. C.; RITTER, L. G.; BORBA, W. F. Indicadores de sustentabilidade ambiental: métodos e aplicações. REMOA - V. 13, N. 5, p. 3723-3736, 2014: Edição Especial LPMA/UFSM.
- MARCHAND, G.; LE TOURNEAU, F. M. "O desafio de medir a sustentabilidade na Amazônia: os principais indicadores e a sua aplicabilidade ao contexto amazônico". In: Vieira, I. C. G. et al (eds). Ambiente e sociedade na Amazônia: uma abordagem interdisciplinar. Rio de Janeiro: Garamond, p. 155-220. 2014.
- MARQUEZI, M. C. Comparação metodológica para a estimativa do número mais provável (NMP) de coliformes em amostras de água. Dissertação (Mestrado em ciência e tecnologia de alimentos) – Universidade de São Paulo-USP, Escola Superior de Agricultura/ESALQ. 111 f. 2010.
- MARZALL, K., ALMEIDA, J. (2000). INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA AGROECOSSISTEMAS Estado da arte, limites e potencialidades de uma nova ferramenta para avaliar o desenvolvimento sustentável. Cadernos de Ciência & Tecnologia, 17(1), 41-59.
- MENUCCI, J. M.; FLORES, L. G. G. A crise ambiental e seus aportes: da necessidade de sustentabilidade e do desenvolvimento consciente. Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade. Vol. 12, nº 6. Curitiba – PR. p. 99 - 119, jan/jun - 2017.
- MIRANDA, Bárbara Maia; SILVA, Arystides Resende; CARVALHO, Eduardo Jorge Maklouf. Caracterização de atributos químicos do solo em diferentes sistemas de manejo no

nordeste paraense. In: Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 23., 2019, Belém, PA. Anais. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2019., 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO (FAO). Organic agriculture and the law. Fao Legislative Study, 107. Elisa Morgera, Carmen Bullón Caro, and Gracia Marín Durán. Rome, 2012.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO (FAO). Década das Nações Unidas para a Agricultura Familiar (2019-2028). 2019. Disponível em : <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1190270/>

POLETO, C.. Introdução ao gerenciamento ambiental. Rio de Janeiro:Editora Interciência. 2009.

PROJETO DE ADEQUAÇÃO SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL DAS PROPRIEDADES RURAIS (Projeto ISA), Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.epamig.br/projeto-isa/>

REICHERT, José Miguel; REINERT, D. J.; BRAIDA, João Alfredo. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. Ci. Amb, v. 27, p. 29-48, 2003.

SACHS, I. Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável. Rio de Janeiro: CDS/UnB – Garamond, 2002. 96 p.

SANTANA, A. P. S. **Aspectos da sustentabilidade nas explorações do milho em assentamentos rurais no centro oeste de Sergipe.** 2019. 168 f. Tese (Doutorado) - Curso de Desenvolvimento e Meio Ambiente, Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2019. Disponível em: <<https://ri.ufs.br/handle/riufs/11310>>. Acesso em: 28 out. 2019.

SANTOS, C. F. et al. A agroecologia como perspectiva de sustentabilidade na agricultura familiar. Ambiente & Sociedade, v. 17, n. 2, p. 33-52, 2014.

SANTOS, L. R; SANTOS, J. J. R. As práticas agroecológicas e suas contribuições para o fortalecimento da agricultura familiar do município de Itororó - BA. In: SEMINÁRIO DA PÓS GRADUAÇÃO EM Ciências SOCIAIS: CULTURA, DESIGUALDADE E DESENVOLVIMENTO, 5., 2015, Cachoeira, Ba. Anais. Cachoeira, Ba: Ufrb, 2015. v. 5, p. 1 - 15.

SAVOLDI, Andréia; CUNHA, Luiz Alexandre. Uma abordagem sobre a agricultura familiar, PRONAF e a modernização da agricultura no sudoeste do Paraná na década de 1970. Revista Geografar, v. 5, n. 1, 2010.

SILVA, C. S. **Avaliação da sustentabilidade do sistema de produção do milho em assentamentos rurais no município de Simão Dias-SE, utilizando o método ISA.** 2018. 129 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Desenvolvimento e Meio Ambiente., Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2018. Disponível em: <<https://ri.ufs.br/jspui/handle/riufs/7858>>. Acesso em: 20 out. 2019.

SILVA, D. R. **Agricultura familiar e agroecologia: um caso de desenvolvimento econômico no semiárido alagoano.** 2019. 171 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agroecologia e Desenvolvimento Rural, Programa de Pós-graduação em Agroecologia e

Desenvolvimento Rural, Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/11889?show=full>>. Acesso em: 22 out. 2019.

Zoneamento Ecológico-Econômico das Zonas Leste e Calha Norte do Estado do Pará /Editores Técnicos: Carmen Roseli Caldas Menezes, Marcilio de Abreu Monteiro e Igor Maurício Freitas Galvão. Belém, PA: Núcleo de Gerenciamento do Programa Pará Rural, v.3. 2010.