

**UFRRJ**

**PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM AGROPECUÁRIA**

**TESE**

**Saúde do Solo e Sustentabilidade de  
Agroecossistemas Familiares Quilombolas na  
Amazônia Oriental**

**Edfranklin Moreira da Silva**

**2024**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E  
INOVAÇÃO EM AGROPECUÁRIA**

**SAÚDE DO SOLO E SUSTENTABILIDADE DE AGROECOSSISTEMAS  
FAMILIARES QUILOMBOLAS NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

**EDFRANKLIN MOREIRA DA SILVA**

*Sob a orientação do Professor  
Renato Linhares de Assis*

*e Coorientação da Professora  
Adriana Maria de Aquino*

Tese submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de **Doutor**, no Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Agropecuária, Área de Concentração em Agrobiologia.

Seropédica, RJ  
Junho, 2024

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
Com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Silva, Edfranklin Moreira da, 1990 –  
S586s      Saúde do solo e sustentabilidade de agroecossistemas familiares quilombolas na Amazônia Oriental / Edfranklin Moreira da Silva. – Seropédica, 2024.

77 f.

Orientador: Renato Linhares de Assis.  
Coorientadora: Adriana Maria de Aquino.

Tese (Doutorado). -- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Agropecuária, 2024.

1. Sistema de produção familiar. 2. Práticas agrícolas. 3. Serviço ecossistêmico. 4. Manejo de solo. 5. Amazônia brasileira. I. Assis, Renato Linhares de, 1963-, orient. II. Aquino, Adriana Maria de, 1963-, coorient. III Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Agropecuária. IV. Título.

É permitida a cópia parcial ou total desta tese, desde que seja citada a fonte.

O presente trabalho foi realizado com apoio da **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001**.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E  
INOVAÇÃO EM AGROPECUÁRIA



HOMOLOGAÇÃO DE TESE DE DOUTORADO Nº 17 / 2024 - PPGCTIA (12.28.01.84)

Nº do Protocolo: 23083.030468/2024-37

Seropédica-RJ, 29 de Junho de 2024

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM AGROPECUÁRIA

EDFRANKLIN MOREIRA DA SILVA

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor, no Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Agropecuária, área de concentração em Agrobiologia. TESE APROVADA EM 28/06/2024

Renato Linhares de Assis. Dr., Embrapa Agrobiologia

(Orientador)

Érika Flávia Machado Pinheiro. Dra., UFRRJ

Alberto Feiden. Dr., Embrapa Pantanal

Simão Lindoso de Souza. Dr., UEPB

Luís Mauro Santos Silva. Dr., UFPA

(Assinado digitalmente em 02/07/2024 10:20 )

ERIKA FLAVIA MACHADO PINHEIRO  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR

DATS (11.39.00.35)

Matrícula: ####408#9

(Assinado digitalmente em 04/07/2024 13:07 )

ALBERTO FEIDEN

ASSINANTE EXTERNO

CPF: ###.###.399-##

(Assinado digitalmente em 02/07/2024 10:55 )(Assinado digitalmente em 01/07/2024 06:29 )

RENATO LINHARES DE ASSIS  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: ###.###.667-##

LUÍS MAURO SANTOS SILVA  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: ###.###.802-##

(Assinado digitalmente em 02/07/2024 17:54 )

SIMÃO LINDOSO DE SOUZA  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: ###.###.202-##

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrrj.br/public/documentos/index.jsp> informando seu número: 17, ano: 2024, tipo: HOMOLOGAÇÃO DE TESE DE DOUTORADO, data de emissão: 29/06/2024 e o código de verificação: b7548ec93c

“O agrônomo não pode, em termos concretos, reduzir o seu quefazer a esta neutralidade inexistente: a do técnico que estivesse isolado do universo mais amplo em que se encontra como homem.

Assim é que, desde o momento em que passa a participar do sistema de relações homem-natureza, seu trabalho assume este aspecto amplo em que a capacitação técnica dos camponeses se encontra solidária com outras dimensões que vão mais além da técnica mesmo.

Esta indeclinável responsabilidade do agrônomo, que o situa como um verdadeiro educador, faz com que ele seja um (entre outros) dos agentes da mudança. Daí sua participação no sistema de relações camponeses-natureza-cultura não possa ser reduzida a um estar diante, ou um estar sobre, ou a um estar para os camponeses, pois que deve ser um **estar com eles, como sujeitos de mudança também.**”

Paulo Freire  
(Livro “Extensão ou Comunicação”, 1983,  
p.56)

*In Memoriam* de Dona Mocinha,  
minha querida avó.

*In Memoriam* de Francisco Barros  
da Silva, meu pai.

*In Memoriam* de Augusto Luth,  
meu bem.

## AGRADECIMENTOS

A produção do conhecimento se faz com laços de solidariedade. Por isso, quero agradecer as diversas instituições e pessoas que foram solidárias e contribuíram para a realização deste trabalho.

Sou grato à educação pública, gratuita e de qualidade, pois sem ela, dificilmente conseguiria tornar-me doutor.

À minha família: Elisangela (mãe), Fernanda (irmã), Ícaro (sobrinho), Yuri (sobrinho), Jorge (sobrinho) e Lucas (meu amor, meu companheiro).

Aos agricultores e agricultoras quilombolas da Comunidade Oxalá de Jacunday pelo acolhimento, parceria e confiança na realização deste trabalho.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) pela estrutura institucional e seu compromisso com a educação pública, gratuita e de qualidade.

À Embrapa Agrobiologia, em nome dos meus orientadores Dra. Adriana Maria de Aquino e Dr. Renato Linhares de Assis.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Agropecuária (PPGCTIA).

À Universidade Federal do Pará (UFPA), em especial a Faculdade de Educação do Campo (FECAMPO) pela liberação para cursar o doutorado e todo o apoio institucional para a realização desta pesquisa.

Ao Museu Paraense Emílio Goeldi, em nome de Dra. Marlucia Bonifácio Martins e Ma. Catarina de Lurdes Bezerra Praxedes, pelo acolhimento no Laboratório de Ecologia de Invertebrado e toda a formação e treinamento na identificação da fauna do solo.

À Embrapa Amazônia Oriental, em nome do Dr. Osvaldo Ryohei Kato, pelas análises químicas e físicas do solo.

Ao Projeto Sustenta & Inova, em nome de Dra. Emilie Coudel, Dra. Lívia Navegantes Alves, Dra. Ana Paula Dias Costa pelo apoio financeiro. Reforço os meus agradecimentos a Lívia pelas palavras de incentivo, por toda contribuição com a minha formação desde quando foi minha orientadora no mestrado e pela importante contribuição na realização das oficinas participativas para construção de etnoindicadores da saúde do solo.

A Dra. Monique Medeiros com quem tenho a honra de trabalhar na pesquisa com comunidades quilombolas desde 2018.

A Dra. Soraya Carvalho, uma grande amiga e referência no trabalho com as agriculturas familiares amazônicas, por todo seu apoio, incentivo e por ser uma das pessoas que mais acreditou no meu potencial, desde quando foi minha professora e orientadora na iniciação científica no curso de Agronomia, em Altamira.

Ao amigo Dr. Raphäel Marichal, pesquisador do Cirad, por toda a contribuição na discussão da metodologia adotada e pelas importantes referências sugeridas.

A querida família que me acolheu em Seropédica Alcina, Altamiro e Areza por todo afeto, cuidado e os maravilhosos almoços de domingo no sítio.

A minha querida amiga Beatriz pelas oportunas conversas sobre educação popular, cultura popular, pelos risos e cervejas.

Aos amigos que fiz durante as disciplinas na Rural: Izabela e Luiz Carlos, pelo apoio durante as aulas online, onde aprendemos a construir trabalho em grupo à distância. Pelas conversas aleatórias e por todas as risadas que compartilhamos.

Aos amigos e amigas Hellen Silva, Madalena Freire, Gisele Pompeu, Socorro Dias, Silvaneide Queiroz, Waldma, Edilena Correa, Tiago Saboia, Welton Mesquita, Walker Mesquita, Fabíola Silva, Noemi Sacramento, Laiane Bezerra e Rafaela Sales por todas as palavras positivas e de incentivo para construção deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio institucional dado ao PPGCTIA.

Sintam-se todos e todas homenageados.

Muito obrigado!

## BIOGRAFIA

Edfranklin Moreira da Silva, nasceu em Altamira, interior do estado do Pará, em 14 de fevereiro de 1990. Filho dos agricultores familiares Sra. Elisangela Maria Moreira da Cruz e Sr. Francisco Barros da Silva (*In memoriam*). Cursou toda a educação básica em escolas públicas. Formou-se em Agronomia pela Universidade Federal do Pará em 2013. Fez mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável pelo Instituto Amazônico de Agriculturas Familiares da UFPA, em 2016. No mesmo ano fez concurso sendo aprovado para o cargo de Professor do Magistério Superior, no tema sistemas de produção familiares, para UFPA, Campus Universitário do Tocantins/Cametá, Faculdade de Educação do Campo. Como docente coordenou projetos de pesquisa sobre o estudo de práticas agroecológicas e a sustentabilidade dos sistemas de produção de camponeses na Amazônia Paraense. Atuou no Fórum de Educação do Campo das Aguas e das Florestas (FECAF) do Território do Baixo Tocantins (TBT). Foi representante da UFPA no Conselho de Desenvolvimento Territorial Rural Sustentável do Território do Baixo Tocantins (CODETER — Baixo Tocantins). Atua como editor de seção na Revista Brasileira de Agroecologia e é sócio da Associação Brasileira de Agroecologia — ABA. Em 2020, entrou no Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação Agropecuária (PPGCTIA), doutorado binacional — Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ, Brasil) e Universidad Nacional Río Cuarto (UNRC, Argentina).

## RESUMO GERAL

SILVA, Edfranklin Moreira da. **Saúde do solo e sustentabilidade de agroecossistemas familiares quilombolas na Amazônia Oriental.** 2024. 77f. Tese (Doutorado em Ciência, Tecnologia e Inovação em Agropecuária). Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ, 2024.

Esta tese se insere aos estudos sobre saúde do solo e sustentabilidade de agroecossistemas na Amazônia Oriental. Na região amazônica, as comunidades campesinas enfrentam uma crise nos sistemas tradicionais de gestão e manejo da fertilidade do meio natural baseado no sistema técnico de corte e queima, questionando a sustentabilidade dos agroecossistemas. Para fazer frente a esses desafios, observam-se mudanças nas práticas agrícolas nos sistemas de produção locais, em especial com adoção de sistemas agroflorestais. Diante de tal cenário, a questão-problema desta tese é: como evoluem as práticas de manejo das terras agrícolas e quais os impactos sobre a saúde do solo e a sustentabilidade dos agroecossistemas em comunidades quilombolas na Amazônia Oriental? A hipótese central é que as mudanças no uso da terra e as estratégias socioprodutivas dos agricultores quilombolas melhoram a saúde do solo. Dessa forma, o objetivo central desta tese é analisar as práticas de manejo do solo e os seus impactos na saúde do solo e na sustentabilidade de agroecossistemas quilombolas na Amazônia Oriental. Tendo como objetivos específicos: i) avaliar as práticas atuais e as transformações de manejo das terras agrícolas; ii) identificar e avaliar as percepções locais sobre o papel do solo na sustentabilidade dos agroecossistemas; iii) promover a integração de métodos analíticos e de avaliações participativas em campo na construção de conhecimentos sobre a saúde do solo. A referência empírica da pesquisa é a Comunidade Quilombola Oxalá de Jacunday, Moju, Pará. O aporte teórico-analítico da agroecologia e da etnopedologia orientou a pesquisa e a discussão dos resultados obtidos. Tais resultados são apresentados em três capítulos: Capítulo I avalia-se as transformações nas formas de uso da terra e as estratégias socioprodutivas adotadas pelas famílias agricultoras; Capítulo II avalia-se a saúde do solo a partir de quatro parcelas representativas das formas de uso da terra pelos agricultores quilombolas, tendo como indicadores centrais a macrofauna do solo e a avaliação da estrutura do solo; Capítulo III analisa-se a co-construção do conhecimento sobre saúde do solo, a partir de metodologias participativas e do diálogo de saberes. A pesquisa participativa com os agricultores mostrou que as práticas agrícolas passaram por diversas mudanças devido a fatores tanto internos aos agroecossistemas, quanto fatores externos como pressão por empresas agroindustriais, abertura de estradas e a política de reconhecimento de territórios tradicionais. O sistema de corte e queima está em declínio, as famílias se especializaram na produção de mandioca para a confecção de farinha. Assim, as práticas agrícolas têm evoluído para sistemas mais diversificados, que podem proteger o solo, como é caso dos sistemas agroflorestais. Desse modo, os resultados confirmam a hipótese de que as famílias quilombolas têm conseguido manter a saúde do solo com suas práticas.

**Palavras-chave:** Sistema de produção familiar. Práticas agrícolas. Serviço ecossistêmico. Manejo de solo. Amazônia brasileira.

## ABSTRACT

SILVA, Edfranklin Moreira da. **Soil health and sustainability of *quilombola* family agroecosystems in the Eastern Amazon.** 2024. 77p. Thesis (Doctorate in Science, Technology, and Innovation in Agriculture). Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ, 2024.

This thesis is part of the studies on soil health and sustainability of agroecosystems in Eastern Amazonia. In the Amazon region, peasant communities face a crisis in the traditional systems of farm management and fertility of the natural environment which is based on the slash-and-burn technique, imposing questions on the sustainability of agroecosystems. To address these challenges, changes in agricultural practices in local production systems are observed, especially with the adoption of agroforestry systems. Given this scenario, the research question of this thesis is: how do agricultural land management practices evolve, and what are the impacts on soil health and the sustainability of agroecosystems in *quilombola* communities in Eastern Amazonia? The central hypothesis is that changes in land use and socio-productive strategies of *quilombola* farmers improve soil health. Thus, the central objective of this thesis is to analyze soil management practices and their impacts on soil health and the sustainability of *quilombola* agroecosystems in Eastern Amazonia. The specific objectives are: i) to evaluate current practices and transformations in agricultural land management; ii) to identify and evaluate local perceptions of the role of soil in the sustainability of agroecosystems; iii) to promote the integration of analytical methods and participatory field evaluations in constructing knowledge about soil health. The empirical reference of the research is the *Quilombola* Community Oxalá de Jacunday, Moju, Pará. The theoretical-analytical approach of agroecology and ethnopedology guided the research and the discussion of the results obtained. These results are presented in three chapters: Chapter I evaluates the transformations in land use forms and the socio-productive strategies adopted by farming families; Chapter II assesses soil health based on four plots representing the land use forms by *quilombola* farmers, with central indicators being soil macrofauna and soil structure assessment; Chapter III analyzes the co-construction of knowledge about soil health through participatory methodologies and the dialogue of knowledge. The participatory research with farmers showed that agricultural practices have undergone various changes due to both internal factors of agroecosystems and external factors such as pressure from agro-industrial companies, road openings, and traditional territory recognition policies. The slash-and-burn system is in decline, and families have specialized in cassava production for flour making. Thus, agricultural practices have evolved towards more diversified systems that can protect the soil, such as agroforestry systems. Therefore, the results confirm the hypothesis that *quilombola* families have managed to maintain soil health with their practices.

**Keywords:** Family production system. Agricultural practices. Ecosystem service. Soil management. Brazilian Amazon.

## RESUMEN EXPANDIDO

Silva, Edfranklin Moreira da Silva. **Salud del suelo y sostenibilidad de agroecosistemas familiares quilombolas en la Amazonía Oriental.** 77p. Tesis (Doctorado en Ciencia, Tecnología e Innovación Agropecuaria). Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ, 2024.

### **1 Introducción**

La investigación realizada en esta tesis forma parte de estudios sobre salud del suelo y sostenibilidad de agroecosistemas en la Amazonía Oriental. La pregunta de investigación es: ¿cómo evolucionan las prácticas de gestión de tierras agrícolas y cuáles son los impactos en la salud del suelo y la sostenibilidad de los agroecosistemas en las comunidades quilombolas de la Amazonía oriental? La hipótesis central es que los cambios en el uso de la tierra y las estrategias socioproyectivas de los agricultores quilombolas mejoran la salud del suelo. Por lo tanto, el objetivo central de esta tesis es analizar las prácticas de manejo del suelo y sus impactos en la salud del suelo y la sostenibilidad de los agroecosistemas quilombolas en la Amazonía Oriental.

### **2 Procedimientos Metodológicos**

La referencia empírica para la investigación fue la Comunidad Quilombola Oxalá de Jacunday, Moju, Pará. Los datos fueron recolectados entre los años 2021 y 2023. Para recolectar datos y discutir los resultados, se construyó un dispositivo analítico basado en la teoría integral (ESBJÖRN -). HARGENS, 2005), agroecología (ALTIERI; NICHOLLS; MONTALBA, 2017) y etnopedología (BARRERA-BASSOLS; ZINCK, 2003).

Se caracterizaron los sistemas de producción familiar y se buscó comprender la dinámica de las transformaciones en el uso de la tierra, a partir de los factores que influyeron en los cambios en las prácticas agrícolas locales.

La salud del suelo se evaluó con base en cuatro sistemas de uso de la tierra: (1) sistema agroforestal de un año, (2) sistema agroforestal de cuatro años, (3) finca tradicional de producción de yuca y (4) bosque secundario como referencia para la vegetación natural local. Los principales indicadores de la salud del suelo fueron la evaluación de la macrofauna de invertebrados del suelo y la estructura del suelo.

La investigación también reflejó el proceso de co-construcción de conocimientos sobre la salud del suelo. Así, se adaptó la metodología propuesta por Barrios et al. (2006) para estudiar los indicadores locales de salud del suelo.

### **3 Resultados y Discusión**

#### **3.1 Cambios en la dinámica del uso del suelo**

Se identificaron tres fases de cambio, entre 1960 y 2023, en los sistemas productivos de las familias quilombolas de la comunidad: (I) Terra forte (1960 a 1990); (II) Tierra Débil (1991 a 2017); y (III) Recuperación de tierras (a partir de 2018). Estos períodos se representan a continuación en forma de una crónica resumida, en la que se pueden observar los principales acontecimientos que contribuyeron a las transformaciones en las formas de uso del suelo. Todas las fases están relacionadas con la percepción local de la condición del ambiente biofísico para la producción de biomasa como parte central del manejo de la fertilidad en los agroecosistemas. Así, la tierra puede considerarse débil o fuerte en función de la condición de resiliencia de un

determinado agroecosistema, pero no solo eso, la percepción de que las prácticas agrícolas tienen un impacto directo en esta condición favorece la adopción de nuevas tecnologías que pueden ayudar a recuperar las “tierras débiles”, como es el caso de la adopción de sistemas agrícolas y agroforestales sin fuego.

Las transformaciones en los sistemas de producción locales estuvieron influenciadas por varios factores que pueden clasificarse como internos y externos a los agroecosistemas. Así, para el primero, la degradación del suelo y los aspectos de la familia –como la mano de obra disponible y el proyecto familiar (objetivos familiares)– son claves en el proceso de toma de decisiones sobre cómo utilizar la tierra. Para el segundo, la relación con el mercado, el conflicto con empresas interesadas en tierras tradicionalmente ocupadas por familias, las políticas de financiamiento público, el reconocimiento de identidad y la titulación territorial, fueron fundamentales para configurar la dinámica agraria con tres fases diferenciadas.

### **3.2 Salud del suelo en diferentes sistemas de uso de la tierra**

La fracción arena predominó en las cuatro parcelas estudiadas, observándose valores promedio para cultivo tradicional de 606 ( $\pm 42,2$ ) g kg<sup>-1</sup>, sistema agroforestal de cuatro años de 570 ( $\pm 56,75$ ) g kg<sup>-1</sup>, sistema agroforestal de uno año de 569 ( $\pm 56,74$ ) g kg<sup>-1</sup> y, bosque secundario de 568,4 ( $\pm 102$ ) g kg<sup>-1</sup>. El mayor contenido promedio de fracción arcillosa fue el del área de bosque secundario con 328 ( $\pm 54,9$ ) g kg<sup>-1</sup> y el más bajo fue el del área del sistema agroforestal de cuatro años, con un promedio de 274,44 ( $\pm 97,54$ ) g kg<sup>-1</sup>. Por lo tanto, el tamaño de grano observado en los suelos refleja diferentes clases texturales, con predominio del medio arcilloso. La evaluación visual del suelo, basada en el Índice de Calidad Estructural del Suelo (ICES), demostró que los dos sistemas agroforestales (sistema agroforestal de un año igual a 5,6 y sistema agroforestal de cuatro años igual a 5,2) presentaban una estructura de suelo cercana a la del bosque (5,7), con puntajes considerados muy buenos, lo que sugiere el mantenimiento de los sistemas de manejo adoptados. En cuanto a las tierras de cultivo, a pesar de haber obtenido una buena calidad, es importante mejorar el sistema de gestión, con un enriquecimiento mediante la implantación de especies arbóreas. En este caso, se requiere modificar el sistema tradicional basado en corta y quema y la adopción de sistemas diversificados con alta capacidad de suministro de fitomasa aérea y raíces.

Las termitas, hormigas y lombrices de tierra fueron los grupos más destacados de la macrofauna del suelo, con una abundancia de 888, 791 y 701 individuos respectivamente. Estos organismos son importantes indicadores de la salud del suelo, siendo considerados “ingenieros de ecosistemas” ya que cumplen funciones importantes como la fragmentación e incorporación de materia orgánica al suelo, favoreciendo la acción de los microorganismos en descomposición (CEZAR et al., 2015; LAVELLE et al., 2016).

El análisis de los componentes principales permitió inferir que los sistemas de uso del suelo, sistema agroforestal de un año y bosque secundario tuvieron el mejor desempeño desde el punto de vista de la salud del suelo con base en los indicadores utilizados. La finca tradicional de yuca y el sistema agroforestal de cuatro años tuvieron el desempeño más bajo en la mayoría de los indicadores. Así, las prácticas de manejo adoptadas influyeron en la salud del suelo porque en el sistema agroforestal de un año y bosque secundario hubo un mayor aporte de materia orgánica que contribuyó a la alimentación de los organismos del suelo y, en consecuencia, aumentó la biodiversidad. La menor diversidad de organismos se observó en los sistemas de finca y el sistema agroforestal de cuatro años. En el caso de las tierras de cultivo, el uso del fuego puede ser la principal explicación, mientras que en el segundo sistema puede estar relacionado con el uso de fertilizantes sintéticos.

### **3.3 Co-construcción de conocimientos sobre la salud del suelo**

Durante los talleres participativos se definieron 12 indicadores de salud del suelo. Las tierras de color más oscuro fueron consideradas las tierras con mejor salud, ya que son más productivas y tienen más vida con la presencia de lombrices. Entre los indicadores se puede observar que los agricultores tienen en cuenta tanto las características de color, textura y posición sobre el relieve, como la presencia de plantas indicadoras, tanto las que indican mal suelo como las que indican buen suelo.

Las características del suelo, como el color oscuro, la textura suave y el olor agradable, fueron generalmente asociadas por los agricultores quilombolas con la noción de salud, como relata un agricultor “*la tierra negra es blanda y tiene buen olor*” (agricultor, 54 años).

Los indicadores locales de salud del suelo identificados están relacionados con la cantidad de producción de biomasa vegetal en un área determinada de bosque secundario. Así, una buena tierra para plantar es aquella que tiene árboles altos, de tronco grueso y presencia de mucho follaje. Esto se relaciona con la noción de punto de desmonte, es decir, el momento ideal para cortar la vegetación para su posterior quema. Estos factores también fueron observados en trabajos sobre gestión de la fertilidad del suelo en ambientes naturales realizados en otras regiones del estado de Pará (ROCHA; ALMEIDA, 2013; CARMO; SILVA, 2020).

## **4 Consideraciones Finales**

La investigación participativa con agricultores mostró que las prácticas agrícolas han sufrido varios cambios debido a factores tanto internos a los agroecosistemas como externos como la presión de las empresas agroindustriales, la apertura de caminos y la política de reconocimiento de territorios tradicionales.

El sistema de tala y quema está en declive, las familias con el tiempo se han especializado en la producción de yuca para hacer harina, enfrentan desafíos para mantener dicho sistema de cultivo. Sin embargo, se pudo observar que las prácticas agrícolas han cambiado con la adopción de sistemas agroforestales. Estos sistemas pueden contribuir a la sostenibilidad de los agroecosistemas, como se observa en este estudio.

Los agricultores adoptaron sistemas agrícolas y agroforestales sin fuego como principal estrategia para afrontar la crisis del sistema de tala y quema. Así, existe una tendencia hacia un uso dinámico del suelo basado en sistemas agroforestales.

La evaluación de la salud del suelo mostró que las nuevas prácticas de manejo adoptadas por los agricultores mantienen la salud del suelo. Aunque el cultivo del sistema agroforestal que utilizó insumos sintéticos obtuvo valores de densidad y diversidad de macrofauna de invertebrados, inferiores al cultivo del sistema agroforestal ecológico y el bosque secundario.

Los indicadores adoptados demostraron ser eficientes para evaluar la salud del suelo y pueden replicarse en situaciones similares a este estudio. Así, como metodología para la co-construcción de conocimiento sobre la salud del suelo, esta herramienta puede ser útil para la extensión rural y las políticas públicas para promover la recuperación de áreas degradadas.

**Palabras clave:** Sistema de producción familiar. Prácticas agrícolas. Servicio ecosistémico. Manejo del suelo. Amazonía brasileña.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Diversidade de plantas cultivadas na fase da terra forte, nas roças da Comunidade Quilombola de Oxalá de Jacunday, Moju, Pará. Finalidade: Co (consumo), Ve (venda). ....	19
<b>Tabela 2</b> - Caracterização das parcelas analisadas no ano de 2023 na Comunidade de Oxalá de Jacunday, Moju, Pará.....	32
<b>Tabela 3</b> - Caracterização química do solo em diferentes sistemas de uso da terra: sistema agroflorestal de um ano (SAF1), sistema agroflorestal de quatro anos (SAF4), roça tradicional de corte e queima (RC) e florestal secundária. ....	36
<b>Tabela 4</b> - Densidade do solo em diferentes sistemas de uso da terra: sistema agroflorestal de um ano (SAF1), sistema agroflorestal de quatro anos (SAF4), roça tradicional de corte e queima (RC) e florestal secundária (FS).....	38
<b>Tabela 5</b> - Densidade (número de indivíduos m <sup>-2</sup> ) e diversidade de grupos macrofauna invertebrada do solo nos sistemas de uso sistema agroflorestal de um ano (SAF1), sistema agroflorestal de quatro anos (SAF4), roça tradicional de corte e queima (RC) e floresta secundária. ....	41
<b>Tabela 6</b> – Classificação local do solo na Comunidade Oxalá de Jacunday, Moju, Pará. ....	53
<b>Tabela 7</b> - Indicadores da saúde do solo construídos na Comunidade Quilombola de Oxalá de Jacunday, Moju, Pará.....	53

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Área utilizada no sistema de corte e queima na Comunidade Quilombola Oxalá de Jacunday. (A) Capoeira representado o estado ideal para roça — “ponto de roça”; (B) área após a queimada, pronta para o plantio das espécies vegetais; (C) área implantada com a cultura da mandioca.....	6
<b>Figura 2</b> - Mapa integral representa os quatro quadrantes, que fornece todas as perspectivas para analisar a saúde do solo e sustentabilidade do agroecossistema. Fonte: adaptado de (CEDDIA et al., 2017).....	8
<b>Figura 3</b> - Síntese do quadro analítico da pesquisa sobre saúde do solo na Comunidade Quilombola de Oxalá de Jacunday, Moju, Pará. Fonte: Adaptado de Ceddia et al., (2017) e Grunwald et al., (2017).....	9
<b>Figura 4</b> - Mapa de localização da Comunidade Quilombola de Oxalá de Jacunday no Estado do Pará. Fonte: IBGE (2021) e ITERPA (2021). Elaborado pelo autor.....	15
<b>Figura 5</b> - Esquema síntese da metodologia adota no estudo das transformações nas dinâmicas de uso da terra na Comunidade Quilombola Oxalá de Jacunday, Moju, PA. SP: sistema de produção. Fonte: elaborado pelos autores.....	16
<b>Figura 6</b> – Crônica síntese das transformações nos sistemas de produção familiares na Comunidade Quilombola de Oxalá de Jacunday, Moju, Pará. Fonte: dados da pesquisa.....	18
<b>Figura 7</b> – Dinâmica da evolução do uso da terra pelas famílias quilombolas da Comunidade de Jacunday, Moju, Pará.....	22
<b>Figura 8</b> – Descrição dos grupos familiares da Comunidade Oxalá de Jacunday, Moju, Pará: (A) composição total; (B) gênero; (C) escolarização; (D) faixa etária (Conforme INDEX MUNDI (2016): criança: 0 a 14 anos; jovem: 15 a 24 anos; adulto: 25 a 64 anos; e idoso: a partir de 65 anos).....	23
<b>Figura 9</b> – Frequência de espécies presentes nos sistemas de cultivos da Comunidade Quilombola de Oxalá de Jacunday, Moju, Pará. Fonte: dados da pesquisa.....	24
<b>Figura 10</b> – Distintas parcelas cultivadas na Comunidade de Oxalá de Jacunday, Moju, Pará. (A) Roça tradicional de mandioca; (B) Sistema agroflorestal (cacau, açaí, pimenta-do-reino).....	25
<b>Figura 11</b> - Localização dos agroecossistemas estudados na Comunidade Quilombola de Oxalá de Jacunday, Moju, Pará.....	31
<b>Figura 12</b> — Representação dos pontos de coletas e análises realizadas nos diferentes sistemas de uso da terra na Comunidade Quilombola de Oxalá de Jacunday, Pará. DRES: Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo, TSBF: Tropical Soil Biology and Fertility.....	33
<b>Figura 13</b> - Coleta e triagem da macrofauna invertebrada e diagnóstico da estrutura do solo em campo, na Comunidade Oxalá de Jacunday, Moju, PA. (A) Uso da grade para retirada de monólito do solo para triagem da macrofauna invertebrada; (B) Acondicionamento dos monólitos de solo em saco de rafia para posterior triagem manual; (C) Treinamento de triagem manual da macrofauna invertebrada; (D) Grupo de agricultores realizando a triagem manual da macrofauna do solo; (E) Uso da pá reta para retirada de monólito do solo para realização do DRES; (F) Ajuste do monólito do solo para acondicionar em bandeja plástica; (G) Acondicionamento do monólito na bandeja; (H) Avaliação visual dos agregados do solo.....	34
<b>Figura 14</b> - Triângulos texturais de solos das parcelas: (A) sistema agroflorestal de um ano (SAF1), (B) sistema agroflorestal de quatro anos (SAF4), (C) roça tradicional de corte e queima (RC) e (D) floresta secundária (FS). Classes texturais: MA: muito argilosa, A:	

argilosa, S: siltosa, MeS: média siltosa, MeA: média argilosa, MeAr: média arenosa, ArMe: arenosa média e, MAr: muito arenosa. ....	37
<b>Figura 15</b> – Índice de Qualidade Estrutural do Solo (IQES) em áreas de floresta secundária (FS), roça tradicional de corte e queima (RC) e sistema agroflorestal de um (SAF1) e sistema agroflorestal de quatro anos (SAF4). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si de acordo com teste de Tukey ( $p<0,05$ ). ....	38
<b>Figura 16</b> - Abundância de grupos taxonômicos totais da macrofauna edáfica em diferentes agroecossistemas quilombolas da Comunidade Oxalá de Jacunday, Moju, Pará.....	39
<b>Figura 17</b> - Análise dos componentes principais para macroinvertebrados do solo em diferentes sistemas de uso da terra na Comunidade de Oxalá de Jacunday, Moju, PA. (A) sistemas de uso da terra: roça tradicional de corte e queima (RC), sistema agroflorestal de um ano (SAF1), sistema agroflorestal de quatro anos (SAF4) e, floresta secundária (FS). (B) macroinvertebrados edáficos: Heminóptera (Hemi), Coleoptera (Coleo), Araneae (Aran), Isoptera (Isopt), formigas (Formi), minhoca Enchytraeidae (Minho.Enchy), Diplopoda (Diplo), outras minhocas (O.Minho), Diplura (Diplu), Díptera (Dipt), Chilopoda (Chilo) e, outros invertebrados (Out.Invert). ....	43
<b>Figura 18</b> - Análise dos componentes principais para atributos químicos e físicos do solo em diferentes sistemas de uso da terra na Comunidade de Oxalá de Jacunday, Moju, PA. (A) sistemas de uso da terra: roça tradicional de corte e queima (RC), sistema agroflorestal de um ano (SAF1), sistema agroflorestal de quatro anos (SAF4) e, floresta secundária (FS). (B)atributos químicos e físicos do solo: densidade do solo (Ds), potencial hidrogeniônico (pH), potássio (K), alumínio (Al), fósforo (P), magnésio (Mg), cálcio (Ca), matéria orgânica (MO). ....	44
<b>Figura 19</b> — Dia de campo na Comunidade de Oxalá de Jacunday, Moju, PA: (A) escolhendo a área da mini trincheira; (B) conversando sobre as propriedades texturais do solo; e (C) presença de raízes e minhocas no agregado do solo. Fotos: Edfranklin Moreira da Silva (2023).....	51
<b>Figura 20</b> — Oficina construção de indicadores de saúde do solo: (A) grupos discutindo as questões e fazendo chuva de ideias; (B) socialização dos indicadores locais por grupo; e (C) matriz de priorização dos indicadores. Fotos: Edfranklin Moreira da Silva (2023). ..	52
<b>Figura 21</b> – Dinâmica de socialização e sistematização coletiva dos indicadores locais de saúde do solo na Comunidade Oxalá de Jacunday, Moju, PA. (A) agricultores verificando cartões com os indicadores levantados no grupo; (B) Cartões com traçado diagonal dividindo indicadores locais de terra boa e terra ruim.....	52

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>1</b>
<b>2 MARCO TEÓRICO E ANALÍTICO DA PESQUISA .....</b>	<b>3</b>
2.1 Agroecossistemas, Sistemas de Produção e Práticas Agrícolas .....	3
2.2 Agroecossistemas Familiares Quilombolas na Amazônia Oriental .....	4
2.3 Gestão da Fertilidade nos Agroecossistemas Familiares Quilombolas e Crise no Sistema de Corte e Queima .....	5
2.4 Saúde do Solo Como Uma Noção Chave Para Co-construção do Conhecimento .....	6
2.5 Arcabouço Teórico-Analítico da Pesquisa: Integração entre Agroecologia, Teoria Integral e Etnopediologia.....	8
<b>3 CAPÍTULO I: MUDANÇAS NO USO DA TERRA E ESTRATÉGIAS SOCIOPRODUTIVAS EM AGROECOSSISTEMAS FAMILIARES QUILOMBOLAS NA AMAZÔNIA ORIENTAL .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1 RESUMO.....</b>	<b>12</b>
<b>3.2 ABSTRACT .....</b>	<b>13</b>
<b>3.3 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>3.4 ITINERÁRIO METODOLÓGICO.....</b>	<b>15</b>
3.4.1 Contexto Empírico.....	15
3.4.2 Método.....	16
3.4.3 Coleta e Sistematização dos Dados .....	16
<b>3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>18</b>
3.5.1 Mudanças na Dinâmica Produtiva e Territorial do Quilombo Jacunday.....	18
3.5.2 Dinâmica de Transformação do Uso da Terra.....	21
3.5.3 Caracterização dos Agroecossistemas na Atualidade.....	22
3.5.3.1 Os grupos familiares.....	22
3.5.3.1 Sistemas de cultivo .....	24
3.5.4 Sistemas Agroflorestais Como Estratégia Socioprodutiva Local.....	25
<b>3.8 CONCLUSÕES.....</b>	<b>26</b>
<b>4 CAPÍTULO II: SAÚDE DO SOLO EM DIFERENTES AGROECOSSISTEMAS FAMILIARES QUILOMBOLAS NA AMAZÔNIA ORIENTAL .....</b>	<b>27</b>
<b>4.1 RESUMO.....</b>	<b>28</b>
<b>4.2 ABSTRACT .....</b>	<b>29</b>
<b>4.3 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>30</b>
<b>4.4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>31</b>
4.4.1 Área da Pesquisa.....	31
4.4.2 Determinação Química do Solo.....	34
4.4.3 Determinação Física do Solo .....	34
4.4.4 Determinação da Macrofauna Invertebrada do Solo .....	35
4.4.5 Análises Estatísticas .....	35
<b>4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>36</b>

4.5.1 Caracterização Química do Solo .....	36
4.5.2 Atributos Físicos do Solo .....	36
4.5.3 Macrofauna Invertebrada do Solo .....	39
4.5.4 Análise de Componentes Principais .....	42
<b>4.6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>45</b>
<b>5 CAPÍTULO III: CO-CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTOS RELACIONADOS À SAÚDE DO SOLO EM AGROECOSSISTEMAS FAMILIARES QUILOMBOLAS....</b>	<b>46</b>
<b>5.1 RESUMO.....</b>	<b>47</b>
<b>5.2 ABSTRACT .....</b>	<b>48</b>
<b>5.3 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>49</b>
<b>5.4 ASPECTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>50</b>
<b>5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>51</b>
5.5.1 Oficina Olhar o Solo e Perceber suas Características.....	51
5.5.2 Oficina Indicadores Locais da Saúde do Solo .....	51
5.5.3 Classificação Local do Solo .....	53
5.5.4 Percepções Locais sobre Saúde do Solo.....	53
5.5.5 Adoção da Roça Sem Fogo e Sistema Agroflorestal: Estratégias de Melhorar a Saúde do Solo .....	54
<b>5.6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>56</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>57</b>
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>58</b>
<b>8 APÊNDICE .....</b>	<b>66</b>
<b>9 ANEXOS.....</b>	<b>74</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Diante dos problemas decorrentes das mudanças climáticas, a sustentabilidade das formas de fazer agricultura têm sido questionadas por cientistas, políticos, movimentos ecológicos entre outros atores sociais. Isso porque o modelo hegemônico de produção agrícola tem como premissa a produção de *commodities* baseado no uso de adubos sintéticos, agrotóxicos, mecanização agrícola intensiva e monocultivos. Para alguns autores como Altieri e Nicholls; Montalba (2017) e Guhur e Silva (2021) esse modelo rompe com os ciclos naturais e os processos ecológicos, gerando desconexão da agricultura com a natureza. E, tem contribuído para problemas como a degradação ambiental, conflitos socioterritoriais e insegurança alimentar e nutricional.

Desde a década de 1970 e início da década de 1980, há um intenso debate acerca das alternativas ao modelo hegemônico de produção agrícola, com destaque ao movimento de construção de agriculturas alternativas que culminou, já nos anos 2000, com o fortalecimento da agroecologia (CUENIN et al., 2019) como uma ciência, como movimento social e como prática (WEZEL et al., 2009). A agroecologia é multidimensional na medida que preconiza a realização de manejos ecológicos dos recursos naturais, incorporando os aspectos socioeconômicos, culturais e políticos para atingir sistemas agroalimentares complexos (BARRIOS, et al., 2020; GLIESSMAN; FRIEDMANN; HOWARD, 2019; GUHUR; SILVA, 2021; NORDER et al., 2016).

A agricultura camponesa é o ponto de partida dos sistemas agroalimentares agroecológicos, isso porque ela é a principal produtora de alimentos, apesar de ser marginalizada pelas políticas públicas (ALTIERI et al., 2017). Outros elementos importantes para a centralidade do campesinato são a minimização de riscos, a produção diversificada, a soberania alimentar (a decisão dos povos sobre o que produzir e consumir vinculado a sua cultura) e os mercados territoriais (circuitos nos quais produtos agrícolas genuínos, frescos e integrais são comercializados diretamente entre produtores e consumidores) (CUENIN et al., 2019).

Existem mais de 16,5 milhões de unidades de produção familiares camponesas na América Latina e Caribe, desses 56% (9,6 milhões) encontram-se na América do Sul (FAO, 2019). Essas unidades, além da produção de alimentos, são responsáveis pela geração de emprego e renda no meio rural (CASTRO, 2016). Por esse caráter, considera-se que as agriculturas familiares camponesas têm um papel central para a produção de alimentos saudáveis, de forma ambientalmente sustentável. Nesse sentido, elas podem protagonizar ações que contribuam para o alcance dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) que representam o eixo central da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU).

Das terras utilizadas para a atividade agropecuária na América do Sul, 14% encontram-se degradadas segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUD), por meio do *Global Assessment of Soil Degradation* (GLSOD — Projeto de Avaliação Mundial da Degradação do Solo) (FAO, 2014). A degradação ameaça a fertilidade das terras, a qualidade das águas, a funcionalidade do solo e o equilíbrio ecológico, em geral. Os principais fatores que contribuem para degradação dos solos são: desmatamento ou remoção da vegetação natural; superpastejo; uso insuficiente ou excessivo de fertilizantes; uso de água de irrigação de baixa qualidade; uso inapropriado de máquinas agrícolas; atividades industriais, entre outros. Para Tavares (2015) o problema é potencializado quando se considera que o processo de regeneração do solo é lento, estima-se ser necessários cerca de 500 anos para que se forme uma camada de solo de 2,5 cm de espessura, sob um clima úmido.

Diante desse cenário é preciso refletir as formas de agriculturas praticadas e buscar o desenvolvimento de agroecossistemas sustentáveis. Os solos desempenham papel central nesse processo visto que um solo de boa qualidade tem relação direta com plantas sadias e, consequentemente, pessoas sadias (CARDOSO et al., 2018). A qualidade do solo pode ser entendida como a capacidade de um dado solo, em ecossistemas naturais ou agrícolas, desempenhar funções relativas à produtividade das plantas, manutenção da biodiversidade, conservação da qualidade do ambiente, promoção da saúde das plantas e dos animais e a sustentação de habitação humana (DORAN; PARKIN, 1994).

A avaliação da qualidade dos solos pode ser entendida como um importante indicador de sustentabilidade dos agroecossistemas (CASALINHO; LIMA, 2018). Assim, a variação da qualidade e da degradação das terras podem fornecer subsídios à tomada de decisão em planejamentos agrícolas, avaliação de sustentabilidade de manejo e monitoramento de serviços ambientais ofertados por agroecossistemas.

Diante de tais reflexões, tem-se como premissa que as práticas de manejo dos solos são centrais na construção de agroecossistemas sustentáveis, porque essas têm impacto direto na saúde dos solos. Por isso é imprescindível conhecer tais práticas, bem como, os fatores que as condicionam para incentivar a continuidade ou mudança dos sistemas de manejos adotados pelos campesinos.

Dado esse contexto apresentado acerca dos desafios à sustentabilidade dos agroecossistemas familiares e da saúde do solo na Amazônia Oriental, indaga-se: Como evoluem as práticas de manejo das terras agrícolas e quais os impactos sobre a saúde do solo e a sustentabilidade dos agroecossistemas? Assim, tem-se como hipótese que as mudanças no uso da terra e as estratégias socioprodutivas dos agricultores quilombolas melhoram a saúde do solo.

Dessa forma, o objetivo central desta tese é analisar as práticas de manejo do solo e os seus impactos na saúde do solo e na sustentabilidade de agroecossistemas quilombolas na Amazônia Oriental. Tendo como objetivos específicos: i) avaliar as práticas atuais e as transformações de manejo das terras agrícolas; ii) identificar e avaliar as percepções locais sobre o papel do solo na sustentabilidade dos agroecossistemas; iii) promover a integração de métodos analíticos e de avaliações participativas em campo, na construção de conhecimentos sobre a saúde do solo.

A organização desta tese se estrutura em capítulos, de forma que além dessa introdução geral, tem-se a seção seguinte, na qual se apresenta o marco teórico e analítico da pesquisa, bem como a construção do dispositivo de análise usado para testar a hipótese estabelecida e atingir os objetivos propostos. No capítulo I avaliam-se as transformações nas formas de uso da terra e as estratégias adotadas pelas famílias agricultoras. No capítulo II avalia-se a saúde do solo a partir de quatro parcelas representativas das formas de uso da terra pelos agricultores quilombolas, tendo como indicadores centrais a macrofauna do solo e a avaliação da estrutura do solo. No capítulo III analisa-se a co-construção do conhecimento sobre saúde do solo, a partir de metodologias participativas e do diálogo de saberes. Por fim, na seção de considerações finais gerais apresentam-se as sínteses produzidas por esta tese, bem como indicações para temas de estudo futuro.

## **2 MARCO TEÓRICO E ANALÍTICO DA PESQUISA**

Nesta seção, são apresentados as reflexões teóricas e os conceitos-chave utilizados para fazer a análise das práticas de manejo e uso das terras agrícolas, da saúde do solo e da sustentabilidade dos agroecossistemas familiares quilombolas.

### **2.1 Agroecossistemas, Sistemas de Produção e Práticas Agrícolas**

A noção de agroecossistema começa a ganhar destaque a partir das críticas às limitações do modelo convencional de agricultura e do uso de princípios ecológicos aplicados ao estudo das parcelas cultivadas. Assim, o agroecossistema pode ser entendido como um ecossistema manejado com finalidades de produção agrícola (GLIESSMAN, 2009).

Para Silva (2011) a noção de agroecossistema extrapola o processo produtivo ao regatar a importância humana (individual e coletivo) na condução do fazer agricultura. Essa perspectiva também corrobora com a elaboração de Altieri (2012) que destaca as interações das pessoas e os recursos de produção agrícola em uma unidade produtiva. Sendo assim, são sistemas abertos que recebem insumos do exterior, gerando como resultado, produtos que podem ser exportados dos seus limites.

Nessa última noção, a abordagem sistêmica é evidenciada, e passa-se a compreender-se uma dada unidade produtiva como um sistema organizado por uma família. Assim, outro importante conceito, que se articula com o de agroecossistema é o de sistema de produção: que consiste na combinação de atividades produtivas e dos fatores de produção (terreno, capital e trabalho familiar) (BROSSIER, 1987), organizado por uma família, em que, ao mesmo tempo, sendo força de trabalho, é tomadora de decisão em uma unidade de produção agrícola (DUFUMIER, 1996).

Neste estudo serão empregados ambos os conceitos (agroecossistema e sistema de produção), visto as possibilidades de ampla compreensão da complexidade das formas de agricultura, que esses instrumentos conceituais permitem. Também, o conceito de sistema de produção tem sido largamente utilizado na Amazônia. Desde os anos de 1990 observam-se estudos sobre a diversidade das formas de agriculturas familiares no estado do Pará. A utilização dos aportes teórico-analíticos do enfoque sistêmico para analisar os estabelecimentos agrícolas familiares, evidenciam que esse instrumental permite identificar e explicar, desde níveis mais restritos, como as práticas, até níveis mais abrangentes, como as estratégias produtivas (FELIZARDO; ROCHA, 2020). A abordagem sistêmica pressupõe destacar a complexidade, isso é considerar os vários elementos que compõe os sistemas de produção e as suas interações dinâmicas para atingir um dado objetivo, em um constante processo de evolução (mudanças).

Assim, para compreender a dinâmica de um dado sistema de produção é importante a aplicação do conceito de “prática”, o qual é a maneira concreta de fazer de um agricultor (ou família), em uma perspectiva de produção. Consoante os estudos de Rocha (2016), as práticas agrícolas podem ser entendidas como as formas de fazer dos agricultores e agricultoras, as formas como esses atores sociais ajustam as técnicas às condições particulares do meio natural e do contexto social.

Nas reflexões feitas por Silva (2011), em um esforço de sistematização da aplicabilidade da abordagem sistêmica na análise dos agroecossistemas, a prática é resultado de um processo estruturado de decisão, de apropriação e adaptação (experimentação progressiva em contexto real) de uma dada técnica. Ainda, segundo esse autor, esse processo considera, ao mesmo tempo, as limitações e potencialidades, inerentes entre o sistema de produção, o meio externo e os projetos da família.

No estudo realizado por Navegantes-Alves et al. (2012), os autores explicam que a análise das trajetórias das práticas produtivas nos sistemas de criação no Sudeste Paraense permitiu compreender a dinâmica agrária da região estudada, bem como o funcionamento dos sistemas de produção familiares e as inovações empregadas pelos agricultores. Desse modo, evidencia-se que os estudos das práticas agrícolas podem contribuir com o aconselhamento técnico, elaboração de políticas públicas e por consequência reorientar o desenvolvimento agrícola para a produção sustentável.

## **2.2 Agroecossistemas Familiares Quilombolas na Amazônia Oriental**

Os sistemas de produção das famílias camponesas no Pará se destacam pela diversidade de atividades produtivas. Os camponeses combinam atividades como cultivo, criação, pesca, coleta e em alguns casos atividades assalariadas. A sustentabilidade de suas unidades de produção tornou-se um dos principais focos da problemática ambiental estudada ao longo dos últimos anos (HURTIENNE, 2005; MARTINS et al., 2014; SCHMITZ; MOTA, 2007). A compreensão das estratégias adotadas pelos camponeses em seus sistemas agroalimentares pode apontar caminhos para a reflexão de como esses sujeitos têm transformado suas práticas.

A categoria campesinato é utilizada aqui para designar os grupos de trabalhadores e trabalhadoras rurais, que vivem principalmente das suas atividades agrícolas, tendo como objetivo principal o sustento da família. Esses/as agricultores/as podem comercializar excedente ou trocar por produtos que não são produzidos em suas terras (WOORTMANN; WOORTMANN, 1997). Esses grupos estão sempre organizados em torno da família, que também é o núcleo de produção e reprodução social da vida camponesa (MURRIETA; SILVA, 2014).

Como já exposto na seção de introdução o uso intensivo do fogo para o preparo e limpeza das áreas de cultivos, tem se configurado como um grande desafio para a promoção de agriculturas sustentáveis na região, especialmente, devido à redução do tempo de pousio nas áreas de terra firme (ROCHA; ALMEIDA, 2013). Isso tem impacto direto na produção agrícola, o que pode comprometer a continuidade das unidades camponesas.

A produção agrícola é central para a reprodução social camponesa, pois a construção das parcelas cultivadas, representa uma existência ideal na relação sociedade e natureza, construída anteriormente na mente de quem executa (WOORTMANN; WOORTMANN, 1997). Nesse sentido, não existe uma natureza em si, mas uma natureza cognitiva e simbolicamente apreendida (TOLEDO; BARRERA-BASSOLS, 2015). Por isso, a roça é o espaço de reprodução de um saber-fazer fundamental para continuidade dos estabelecimentos agrícolas camponeses (GARCIA JR., 1989; HEREDIA, 1979).

Assim, a reprodução social sintetiza um conjunto de reproduções das mais diversas no que se refere aos aspectos material, simbólico e cultural, que vão desde a produção econômica e artística, e da atividade política, passando pela educação, os cuidados com a saúde, entre outros (OLIVEIRA et al., 2011). Dessa forma, a reprodução social não é um processo indiferenciado, mas sim uma combinação estruturada que representa uma hierarquia de reproduções parciais em interação reciprocamente para a manutenção da existência dos sujeitos sociais.

Por isso, a mudança de práticas agrícolas ou de atividades produtivas pode representar uma estratégia produtiva para garantir a reprodução social camponesa. A noção de estratégia produtiva nos estudos sobre campesinato se refere aos mecanismos fundamentais, desenvolvidos pelas famílias camponesas, para garantir a reprodução social desses grupos (CHAYANOV, 1974). Nesse sentido, Wanderley (2009) explica que as estratégias produtivas permitem a construção do patrimônio sociocultural, de uma sociedade de interconhecimento e

de reciprocidade, e valorização do tripé família-propriedade-trabalho; bem como, a difusão dessa herança as gerações seguintes.

A lógica da economia camponesa se baseia na estratégia de atender as demandas da família e não necessariamente o lucro, assim o grau de autoexploração da força de trabalho familiar é determinado pelo equilíbrio entre a satisfação da demanda familiar e a própria penosidade do trabalho (CHAYANOV, 1974). Desse modo, nas unidades de produção familiares camponesas, as estratégias socioprodutivas adotadas estão relacionadas com a reprodução social da família, permitindo a resiliência dos agroecossistemas e a construção do patrimônio familiar (material e simbólico).

Tem-se observado nos últimos anos, no Nordeste Paraense, um intenso debate pela substituição dos sistemas de corte e queima para sistemas como a roça sem queima (MATOS; MARTINS; SILVA, 2019). Nota-se, também, que os sistemas agroflorestais têm sido defendidos como modelo de produção agroecológico ideal para as condições da Amazônia (REGO; KATO, 2017). Desse modo, um conjunto de comunidades passa a apostar nos sistemas agroflorestais como as comunidades quilombolas do Território do Jambuaçu, em Moju, Pará (MIRANDA; OLIVEIRA; SILVA, 2021). É importante, destacar que os sistemas agroflorestais são amplamente difundidos em todo o Nordeste Paraense, tendo o município de Tomé-Açu com maior destaque devido aos modelos empresariais desenvolvidos por colonos japoneses inspirados nos quintais florestais ribeirinhos.

### **2.3 Gestão da Fertilidade nos Agroecossistemas Familiares Quilombolas e Crise no Sistema de Corte e Queima**

A noção da gestão da fertilidade do meio natural difere do conceito de fertilidade do solo estabelecido na ciência do solo. Isso porque essa noção extrapola a ideia da fertilidade associada principalmente aos elementos minerais do solo. A fertilidade do meio natural é produto da natureza transformada pela prática dos camponeses (REBOUL, 1989; VEIGA, 2002). Assim, Rocha e Almeida (2013), o que explica porque um determinado tipo de solo ou vegetação que para alguns camponeses não teria qualidade suficiente para cultivos permanentes, para outros é possível cultivá-los por meio de suas práticas.

Desse modo, a gestão da fertilidade trata-se da capacidade produtiva do meio como processo construído, entre natureza e sociedade e não somente natureza, como um objeto dado e imutável (ROCHA; ALMEIDA, 2013). Por isso, o sistema de corte e queima pode ser entendido como uma prática de gestão da fertilidade do meio natural.

Na Figura 1 representa-se uma área utilizada pelo sistema de corte e queima, na imagem (A) uma capoeira no “ponto de roça”, na imagem (B) área após derruba e queimada da vegetação e na imagem (C) a parcela implantada com espécie de mandioca. A agricultura de corte e queima é um sistema técnico de manejo da fertilidade do meio natural praticada há milhares de anos nas áreas florestais do planeta, especialmente em regiões tropicais (PEDROSO JR.; MURRIETA; ADAMS, 2008). Essa técnica de cultivo pode ser definida como uma estratégia de manejo de recursos, onde as parcelas cultivadas são rotacionadas, no tempo e no espaço, visando explorar o capital energético e nutritivo do complexo natural solo-vegetação da floresta (PEDROSO JR.; MURRIETA; ADAMS, 2008).



**Figura 1** - Área utilizada no sistema de corte e queima na Comunidade Quilombola Oxalá de Jacunday. (A) Capoeira representado o estado ideal para roça — “ponto de roça”; (B) área após a queimada, pronta para o plantio das espécies vegetais; (C) área implantada com a cultura da mandioca.

Como já argumentado, o sistema de corte e queima está em crise nas áreas de colonização mais antiga da Amazônia devido o aumento demográfico sem um correspondente aumento de área que permita manter o tempo de pousio (MARTINS et al., 2014). O encurtamento do pousio diminui o tempo para regeneração natural da biomassa, aumentando a incidência de ervas invasoras e, como consequência, a maior demanda de trabalho e menor produtividade por área (THIELE, 1993; MARTINS et al., 2014).

Para esse estudo serão consideradas as duas noções de fertilidade, para desenvolver uma pesquisa integrada e participativa, visto que nos interessa tanto a percepção dos camponeses sobre fertilidade e suas práticas, quanto o estado dos atributos químicos, físicos e biológicos do solo que influenciam o desenvolvimento das plantas.

#### 2.4 Saúde do Solo Como Uma Noção Chave Para Co-construção do Conhecimento

Os estudos sobre a qualidade dos solos se intensificaram a partir dos anos de 1990, com destaque as publicações dos trabalhos de Doran e Parkin (1994) e Karlen et al. (1997), na busca de uma visão mais ampla dos ecossistemas. A qualidade do solo é entendida como a capacidade de um dado solo em ecossistemas naturais ou agrícolas desempenhar funções relativas à produtividade das plantas, manutenção da biodiversidade, conservação da qualidade do ambiente, promoção da saúde das plantas e dos animais e a sustentação de habitação humana (DORAN; PARKIN, 1994).

De acordo com Araújo et al. (2012) a qualidade do solo depende da extensão em que o solo funcionará para o benefício da sociedade, a partir da sua composição natural, considerando a forte relação com as práticas de intervenção humana. O solo com boa qualidade consegue reciclar nutrientes, reter água e manter um ambiente favorável ao desenvolvimento da vida (KUNDE et al., 2020).

A qualidade do solo é estudada em três linhas de análise: 1) atributos do solo como indicadores da qualidade do solo; 2) centralidade na matéria orgânica do solo como o principal indicador de qualidade do solo e; 3) abordagem sistêmica da qualidade do solo que tem em vista abarcar a complexidade dos solos e suas funções, onde considera ser mais importante entender como obter e manter a qualidade do solo do que simplesmente medi-la (VEZZANI; MIELNICZUK, 2009).

A partir dos anos 2000, pesquisadores da qualidade do solo começaram a utilizar, com mais regularidade, o termo saúde do solo para fazer referência ao solo como um sistema vivo (LEHMANN et al., 2020; TORRES et al., 2022). O Departamento de Agricultura dos EUA (USDA sigla em inglês) define a saúde do solo como “capacidade contínua do solo funcionar

como um ecossistema vivo vital que sustenta plantas, animais e humanos”<sup>1</sup> Nessa abordagem considera-se o recurso solo como um patrimônio natural, biológico, histórico e cultural (TORRES et al., 2022).

Apesar de se observar na literatura o uso de saúde do solo como sinônimo de qualidade do solo, Lehmann et al. (2020) argumentam que os termos são distintos porque o primeiro inclui como função do solo “objetivos mais amplos de sustentabilidade que incluem a saúde humana e planetária”, enquanto o segundo “geralmente se concentra nos serviços ecossistêmicos com referência aos interesses humanos, em especial a produção agrícola”.

Uma abordagem mais atual (a partir de 2012) tem sido a de segurança do solo desenvolvida para relacionar o desenvolvimento sustentável com a manutenção e melhoria dos recursos globais do solo, a fim de produzir alimentos, fibras e água doce, contribuir para a sustentabilidade energética e climática e manter a biodiversidade e a proteção geral do ecossistema (MCBRATNEY et al., 2012). O termo segurança denota ausência de riscos, danos, perigos e incertezas. Assim, Ceddia et al. (2017) definem a segurança do solo como ausência de riscos de perda de uma função ou um grupo de funções do solo.

A segurança do solo está fundamentada na avaliação de cinco dimensões: 1) capacidade (potencial natural do solo em favorecer o crescimento das plantas, aptidão do solo, estocar carbono, água e manter a biodiversidade); 2) condição (estado atual do solo, gestão e uso irá refletir na qualidade e saúde do solo); 3) capital (valorização dos serviços ecossistêmicos do solo); 4) conectividade (reconectar as pessoas com a terra) e; 5) codificação (elaboração de políticas de proteção e conservação do solo) (MCBRATNEY; DAMIEN; KOCH, 2014).

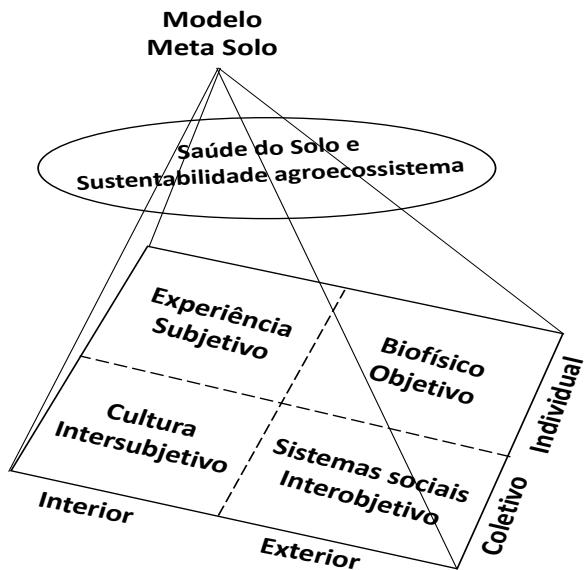
Enquanto, qualidade e saúde do solo medem a condição do solo Lehmann et al. (2020), a segurança do solo se propõe mais ampla para ocupar o mesmo status de outras seguranças — alimentar, hídrica e energética — (MCBRATNEY et al., 2014), como um direito humano em um contexto político, abrangendo aspectos socioeconômicos, culturais e legais do manejo do solo. Nesse sentido, Lehmann et al. (2020) argumentam que a discussão sobre segurança do solo permite a compreensão do solo como um bem comum, semelhante ao que acontece nos debates sobre a água e o ar.

Uma questão central aqui para avançar na aplicabilidade do conceito de segurança do solo é: como integrar as cinco dimensões? Como integrar conceitos e métodos das ciências humanas com as ciências agrárias e naturais? Para isso, Ceddia et al. (2017) e Grunwald et al., (2017) propõem como integrador chave, uma sexta dimensão *cognizance* — descreve conhecimento, consciência e percepção individual e coletiva interagindo com o sistema solo, ecossistema e demais elementos que compõe a segurança do solo. Para efeitos práticos, Grunwald et al. (2017) sugerem um *Meta Soil Model* (Modelo de Meta Solo) fundamentado na teoria integral (aplicada na ecologia), que se baseia na junção de percepção de vários campos do conhecimento como ciências humanas, naturais e outras.

A teoria integral pressupõe que haja no mínimo quatro perspectivas ou quadrantes irreduutíveis, a saber: subjetivo, intersubjetivo, objetivo e interobjetivo (ESBJÖRN-HARGENS; ZIMMERMAN, 2009). Esses devem ser avaliados quando se quer entender complexamente a realidade. Os quadrantes permitem observar uma dada questão da realidade de forma holística, a partir de duas distinções: 1) perspectiva interior e exterior e; 2) perspectiva individual e coletivo.

---

<sup>1</sup> Disponível em: <https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/soils/health/>



**Figura 2** - Mapa integral representa os quatro quadrantes, que fornece todas as perspectivas para analisar a saúde do solo e sustentabilidade do agroecossistema. Fonte: adaptado de (CEDDIA et al., 2017).

O quadrante superior esquerdo compreende a experiência individual do/a agricultor/a sobre o seu agroecossistema e as práticas de manejo, ou seja, a percepção; o quadrante inferior esquerdo compreende a experiência coletiva, os valores e as crenças da comunidade; o quadrante superior direito compreende as funções, atributos, manejos do solo; o quadrante inferior direito compreende os sistemas econômico, social, político e legal.

## 2.5 Arcabouço Teórico-Analítico da Pesquisa: Integração entre Agroecologia, Teoria Integral e Etnopedologia

Esta pesquisa tem como aporte teórico-analítico o enfoque sistêmico aplicado ao estudo dos estabelecimentos agrícola familiares quilombolas. Parte de uma abordagem ascendente, a partir da observação das práticas dos agricultores quilombolas, relativas ao manejo do solo, à compreensão das lógicas de reprodução social e os desdobramentos sobre a sustentabilidade dos agroecossistemas. Buscou-se contemplar as experiências dos campesinos em uma perspectiva interdisciplinar e de complexidade (MORIN, 2005; SÁ; SILVA, 2014). A premissa teórica-analítica aqui foi de valorizar as experiências dos agricultores quilombolas, por meio da integração dos conhecimentos científicos e dos conhecimentos e práticas tradicionais, bem como avaliar os limites e potencialidades dessas experiências.

Nesse sentido, articulou-se a combinação de métodos e técnicas de caráter quantitativo e qualitativo, para avaliar as práticas de manejo e apreender os processos de mudanças inerentes aos sistemas de produção, as percepções dos campesinos envolvidos na pesquisa, bem como os impactos dos manejos realizados na saúde do solo e na sustentabilidade dos agroecossistemas, tendo como indicadores chaves, a macrofauna invertebrada do solo, a estrutura do solo e indicadores locais (etnoindicadores) da saúde do solo.

O quadro analítico da pesquisa que orientou o levantamento dos dados foi norteado pela teoria integral conforme Figura 3. No quadrante interior-individual corresponde ao levantamento de dados a partir da percepção dos agricultores quilombolas acerca do solo e a sustentabilidade dos agroecossistemas. No quadrante interior-coletivo corresponde ao levantamento de dados da percepção coletiva da comunidade envolvida (levantamento de etnoindicadores). No quadrante exterior-individual corresponde ao levantamento de dados

analíticos (caracterização química da textura do solo, avaliação da fauna edáfica, diagnóstico da estrutura do solo). No quadrante exterior-coletivo corresponde aos dados relacionados aos sistemas sociais e agrários no território estudado.

	Interior	Exterior
Individual	Experiência Percepção sobre o solo e a sustentabilidade dos agroecossistemas Realização de entrevistas com agricultores  Objetivos i e ii	Biofísico/Agroecossistema Caracterização química do solo Macrofauna invertebrada do solo como indicador da saúde do solo Índice da Qualidade Estrutural do Solo  Objetivos i, ii
Coletivo	Cultural Reflexões coletivas sobre as práticas agrícolas e seus possíveis impactos sobre a saúde do solo e a sustentabilidade dos agroecossistemas Oficinas participativas para caracterização agroambiental das comunidades (BARRIOS et. al. 2011; CARMO et. al. 2018)  Objetivos i, e iii	Sistemas sociais/Sistema agrário Análise de sistema de produção Aplicação de questionários com informantes-chave e agricultores da comunidade  Objetivos i e iii

**Figura 3** - Síntese do quadro analítico da pesquisa sobre saúde do solo na Comunidade Quilombola de Oxalá de Jacunday, Moju, Pará. Fonte: Adaptado de Ceddia et al., (2017) e Grunwald et al., (2017).

Não há dúvida sobre a importância dos solos para o cultivo sadio das plantas, segurança/soberania alimentar e hídrica, sustentabilidade energética, estabilidade climática, proteção da biodiversidade e serviços ecossistêmicos. No entanto, ainda predomina uma concepção do solo como substrato ao qual fertilizantes sintéticos devem ser adicionados para nutrir as plantas (CARDOSO et al., 2018). Por isso, é necessário ressignificar essa percepção sobre o solo, reconhecendo-o nas agendas de pesquisa, ensino e políticas públicas, como parte integral dos desafios atuais da humanidade para alcançar o desenvolvimento sustentável.

Nesse sentido, ao buscar aqui compreender a evolução das práticas de manejo do solo e seus impactos na sustentabilidade dos agroecossistemas, pretendeu-se gerar conhecimento e provocar reflexões que apontem caminhos para assegurar a saúde do solo na comunidade estudada.

Essa pesquisa adota o enfoque agroecológico por privilegiar o diálogo de saberes para análise dos agroecossistemas. Uma ciência complexa com dimensões políticas e socioculturais, que reconhece e respeita os diferentes conhecimentos. Desse modo, permite conectar a teoria integral e a etnopedologia, por colocar na chave de análise a percepção daqueles que manejam os solos, além de promover a integração com conhecimentos obtidos por análises quantitativas.

Os estudos da etnopedologia abordam geralmente o solo a partir de quatro perspectiva: 1) a classificação do solo a partir dos conhecimentos locais; 2) comparação das classificações locais com as classificações acadêmicas; 3) análise da avaliação dos solos locais descritivamente; e 4) avaliação das práticas de manejo do solo buscando explicar os sentidos do saber-fazer a partir da integração do sistema de conhecimento local (*Corpus*), sistema de gestão local (*Práxis*) e sistema de crenças e símbolos locais (*Kosmos*) (BARRERA-BASSOLS; ZINCK, 2003). Essa última foi empregada neste estudo porque permite associar as percepções, os conhecimentos e as práticas de manejo para apreender, em perspectiva complexa, os fenômenos observados (TOLEDO; BARRERA-BASSOLS, 2015; CARMO et al., 2018). Além de permitir a integração aos demais aportes teóricos-metodológicos da teoria integral.

A incorporação da saúde do solo ao enfoque agroecológico pode significar avanços na produção do conhecimento no campo da agroecologia. Isso porque a agroecologia e a saúde do solo apresentam diversas abordagens que podem ser consideradas próximas como adoção de princípio ecológicos, agricultura sustentável, sistemas tradicionais, mudanças climáticas, economia ecológica e, transformação social e política. Agroecossistemas sustentáveis pressupõe o manejo ecológico do solo com práticas como manutenção de cobertura vegetal sobre o solo, rotação e diversificação de culturas. Tais práticas podem prevenir os principais risco de degradação do solo que são a compactação e a erosão.

Assim, acredita-se que articulação desse arranjo teórico-metodológico, de caráter quantitativo e qualitativo, permite avaliar as práticas de manejo e apreender os processos de mudanças inerentes aos agroecossistemas, às percepções dos camponeses, bem como os impactos dos manejos realizados na saúde do solo e na sustentabilidade dos agroecossistemas.

### **3 CAPÍTULO I**

## **MUDANÇAS NO USO DA TERRA E ESTRATÉGIAS SOCIOPRODUTIVAS EM AGROECOSISTEMAS FAMILIARES QUILOMBOLAS NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

### **3.1 RESUMO**

Neste capítulo, analisam-se as mudanças no uso da terra e as estratégias socioprodutivas adotadas por famílias quilombolas em seus agroecossistemas na Amazônia Oriental. A referência empírica da pesquisa foi a Comunidade Quilombola de Oxalá de Jacunday, Moju, Pará. O método adotado foi a Análise-Diagnóstico de Sistema de Produção, combinando aplicação de questionários em 10 unidades produtivas familiares, entrevistas com 5 informantes-chave e observação participante, no período de 2018 a 2023. Identificaram-se três fases de mudanças no uso da terra; diminuição na diversidade produtiva ao longo dos anos; adoção dos sistemas agroflorestais como principal estratégia socioprodutiva de recuperação das terras. Conclui-se que a lógica camponesa de produção persiste, visto que a centralidade dos projetos familiares tem sido a reprodução social da família. Há uma tendência para consolidar sistemas de produção diversificados por garantir maior autonomia e por isso, os sistemas agroflorestais assumem a centralidade das estratégicas socioprodutivas das famílias quilombolas, além de promover a melhoria da saúde do solo na percepção local.

**Palavras-chave:** Sistema de produção familiar. Práticas agrícolas. Campesinato. Sistema agroflorestal. Nordeste Paraense.

### **3.2 ABSTRACT**

The chapter analyzes changes in land use and socio-productive strategies adopted by *quilombola* families in their agroecosystems in the Eastern Amazon. The empirical reference of the research was the *Quilombola* Community of Oxalá de Jacunday, Moju, Pará. The method adopted was Production System Analysis-Diagnosis combining the application of questionnaires in 10 agroecosystems, interviews with 5 key informants and participant observation, in the period from 2018 to 2023. 3 phases of changes in land use were identified; decrease in productive diversity over the years; adoption of agroforestry systems as the main socio-productive strategy for land recovery. It is concluded that the peasant logic of production persists, since the centrality of family projects has been the social reproduction of the family. There is a tendency to consolidate diversified production systems to guarantee greater autonomy and therefore, agroforestry systems have been the focus, in addition to promoting the improvement of soil health in the local perception.

**Keywords:** Family production system. Agricultural practices. Peasantry; Agroforestry system. Northeast Pará.

### **3.3 INTRODUÇÃO**

Este capítulo tem por objetivo analisar as mudanças no uso da terra e as estratégias socioprodutivas adotadas por agricultores familiares quilombolas, em seus agroecossistemas, no município de Moju, Pará. Para tanto, ancora-se em uma análise sistêmica – *soft system* (PINHEIRO, 2000), a partir da análise dos sistemas familiares de produção e seu subsistema de cultivo, mas principalmente garantindo um processo dialógico, com protagonismo dos sujeitos do campo e suas demandas. A fim de apreender as estratégias socioprodutivas e como elas podem apontar para possíveis caminhos na construção de territórios sustentáveis.

O município de Moju possui área territorial de 9.094 km<sup>2</sup> e uma população total estimada em 2022 de 84.095 habitantes, conforme registrou o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Desse total demográfico, 64% vivem no meio rural e 36% no meio urbano, com uma densidade demográfica de 9,25. A economia do município é predominantemente agrícola com destaque cultivo de mandioca, o açaizeiro e o dendezeiro, além da extração de madeira, produção de carvão e pecuária (IBGE, 2022).

As dinâmicas de uso da terra no município de Moju têm sido fortemente influenciadas pela expansão da dendeicultura, que nos últimos anos transformou a paisagem local com imensas áreas de monocultivos de dendezeiro (NAHUM; SANTOS, 2016). E, estima-se que há 21 mil hectares de área plantada com esse cultivo no município. Esse processo envolve agricultores familiares por meio dos sistemas de integração, o que tem gerado mudanças significativas como a diminuição da produção de culturas alimentares, conforme analisaram Silva e Navegantes-Alves (2017), colocando em questão a segurança e soberania alimentar desses agricultores.

Somado a isso, os sistemas familiares de produção têm enfrentado, desde os anos de 1990, uma profunda crise no sistema de corte e queima (CONCEIÇÃO, 2002; HURTIENNE, 2005), devido à redução do tempo de pousio e ao enfraquecimento das terras pela diminuição da matéria orgânica. O uso do fogo tem sido duramente criticado pelas consequências negativas que causa ao solo, à biodiversidade e à emissão de gases que contribuem ao efeito estufa (PEDROSO JR. et al., 2008).

Isso tudo leva os agricultores familiares locais a buscar alternativas produtivas que garantam a permanência de seus sistemas de produção em territórios que tradicionalmente ocupam há pelo menos 150 anos, como relatam os moradores mais antigos. Assim, as perguntas que se visou responder neste estudo são: como evoluíram os sistemas produtivos familiares locais? E, quais estratégias têm sido adotadas pelas famílias agricultoras quilombolas para a reprodução social no território?

Entende-se aqui que os estudos sobre as dinâmicas de uso da terra podem oferecer apontamentos para a construção de projetos que favoreçam processos mais sustentáveis nos territórios. Do ponto de vista científico, este trabalho traz uma análise das transformações ocorridas nos sistemas produtivos, identificando os fatores internos e externos que influenciam tais mudanças, bem como avalia os agroecossistemas, descrevendo sua estrutura e as lógicas que os orientam.

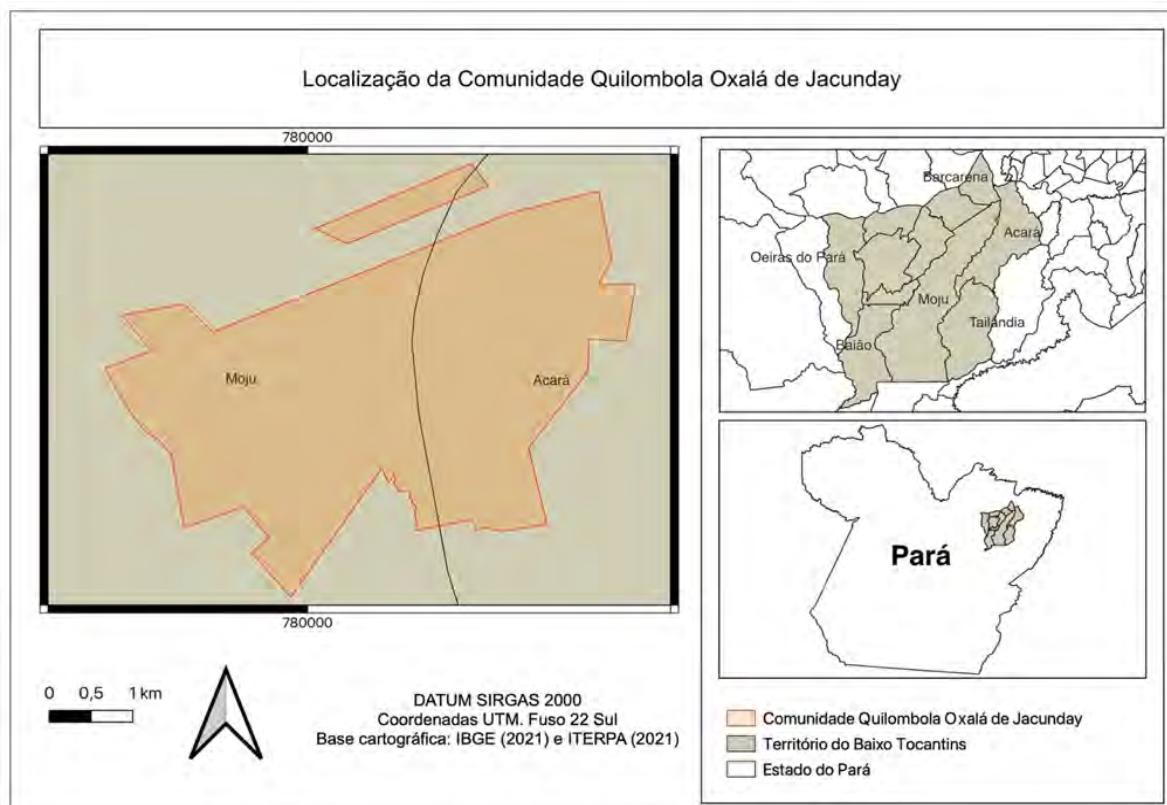
Desse modo, além desta introdução, estruturou-se este trabalho dando ênfase ao itinerário metodológico da pesquisa. Em seguida, construiu-se um quadro geral das mudanças ocorridas na Comunidade Oxalá de Jacunday, tomando como referência os sistemas de produção e demonstrando como se deu a dinâmica de evolução de uso da terra. Depois faz-se a caracterização dos agroecossistemas na atualidade, dando destaque às estratégias socioprodutivas priorizadas pelos agricultores quilombolas. Finalmente, apresentam-se as sínteses finais a partir dos resultados encontrados.

## 3.4 ITINERÁRIO METODOLÓGICO

### 3.4.1 Contexto Empírico

A referência empírica da pesquisa foi a Comunidade Quilombola de Oxalá de Jacunday, Moju, Pará (Figura 4), onde residem um total de 120 famílias e ocupam uma área de 1.701 hectares, reconhecido pelo Instituto de Terras do Pará (ITERPA) desde 2006. Esta comunidade, com mais 14 outras comunidades, compõem o território quilombola do Jambuaçu.

Esse território tem vivenciado intensos conflitos territoriais com grupos empresariais que produzem e processam o óleo de palma (óleo de dendê) na região desde o início da década de 1980 (SANTIAGO, 2018). Há denúncias relacionadas à contaminação dos recursos hídricos por agrotóxicos e desmatamento causado pelo monocultivo do dendezeiro, como registraram Nahum e Santos (2013). O Instituto Evandro Chagas, sob encomenda do Ministério Público do Estado do Pará realizou análises das águas superficiais e sedimentos em 18 municípios da área de expansão da dendeicultura no Pará e 80% das amostras apresentaram contaminação por edosulfan, inseticida utilizado para o controle de pragas nas lavouras de dendezeiro.



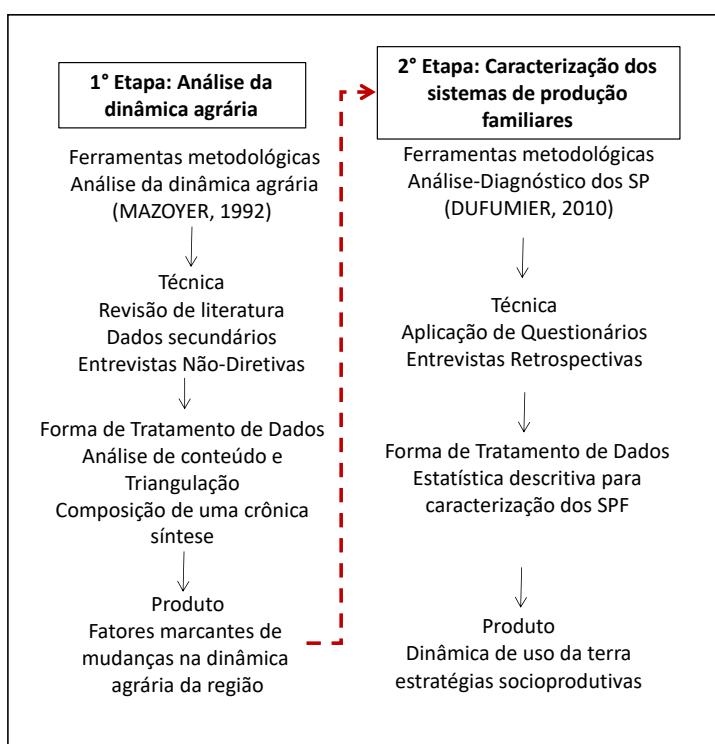
**Figura 4** - Mapa de localização da Comunidade Quilombola de Oxalá de Jacunday no Estado do Pará. Fonte: IBGE (2021) e ITERPA (2021). Elaborado pelo autor.

A cobertura vegetal que predomina na região é de floresta Ombrófila Densa, com áreas de matas, de várzeas e de igapós. Parte dessa região está intensamente antropizada por se tratar de uma área de colonização mais antiga comparada às regiões de fronteira como o Sul e Sudeste do Pará e a região da Transamazônica (colonizada intensamente a partir de 1970). Conforme a classificação de Köppen, o clima é Ami (quente e úmido), com temperatura média anual na faixa de 25,5 °C. A umidade relativa do ar se aproxima de 85% e, tem os meses de janeiro a junho como sua época de maior pluviosidade, contando com precipitação pluviométrica de 2.000 a 3.000 mm/ano (IBGE, 2022).

### 3.4.2 Método

O aporte teórico-analítico adotado na pesquisa foi a análise-diagnóstico de sistema de produção, como propõe Dufumier (1996). Partiu de uma abordagem ascendente, a partir da observação das práticas socioprodutivas dos agricultores quilombolas, relativas ao manejo do solo, à compreensão das lógicas de reprodução social e, os desdobramentos sobre a sustentabilidade dos agroecossistemas. Buscou-se contemplar as experiências dos campesinos em uma perspectiva de complexidade e interdisciplinaridade (MORIN, 2005; SÁ et al., 2014). A premissa metodológica foi a de valorizar as experiências dos agricultores quilombolas, à luz de conhecimentos científicos e dos saberes e práticas tradicionais, bem como analisar os limites e possibilidades dessas experiências.

Nesse sentido, articulou-se a combinação de ferramentas e técnicas de caráter quantitativo e qualitativo, para de avaliar as práticas de manejo e apreender os processos de mudanças inerentes aos sistemas de produção e às percepções dos envolvidos na pesquisa quanto à sustentabilidade dos agroecossistemas. O arranjo metodológico adotado combinou diversas escalas, tanto no tempo quanto no espaço. O levantamento dos dados aconteceu em duas etapas: (1) análise da dinâmica agrária e (2) caracterização dos sistemas de produção familiares, conforme representado na Figura 5.



**Figura 5** - Esquema síntese da metodologia adota no estudo das transformações nas dinâmicas de uso da terra na Comunidade Quilombola Oxalá de Jacunday, Moju, PA. SP: sistema de produção. Fonte: elaborado pelos autores.

### 3.4.3 Coleta e Sistematização dos Dados

A pesquisa foi desenvolvida no período de 2021 a 2023, entretanto, a temporalidade analisada foi de 1960 a 2023, por ser até onde a metodologia de análise retrospectiva (MOULIN et al., 2008) nos permitiu chegar, a partir do levantamento empírico.

Em um primeiro momento, foi realizada uma análise da dinâmica agrária regional, tendo como base estudos prévios, dados secundários de órgãos oficiais como IBGE e secretarias

municipais. O levantamento de dados secundários foi realizado através da consulta a documentos históricos, demográficos, cartográficos e estatísticos sobre a ocupação do espaço agrário em distintos contextos. Esses dados serviram para montar um panorama dos aspectos sociais, econômicos e ambientais. O objetivo foi compreender os possíveis fatores que podiam influenciar na percepção dos camponeses acerca dos manejos dos solos, bem como identificar os principais eventos que contribuíram para mudanças nos sistemas de produção.

Ainda, para essa primeira etapa, foram feitas entrevistas para obter informações históricas, realizadas com informantes-chave (cinco lideranças locais e dois técnicos). As entrevistas realizadas com os informantes-chave foram do tipo não diretiva (HOFFMANN; OLIVEIRA, 2009), esse tipo de entrevista permite que os/as sujeitos/as se expressem livremente, de forma que se consiga apreender a percepção do interlocutor sobre a realidade, sem interferência ou indução do pesquisador. O objetivo foi identificar os elementos técnicos, ecológicos e sociais que influenciaram a evolução das formas de uso da terra, conforme Dufumier (1996) e Navegantes-Alves et al. (2012).

Na segunda etapa, foram feitas caracterizações de sistemas produtivos, para tanto aplicou-se questionário semiestruturado com 10 famílias da comunidade, o objetivo foi obter dados que pudessem permitir análise da estrutura e funcionalidade dos agroecossistemas. Os critérios para a escolha da amostra foram a representação da diversidade de agroecossistemas locais e a disponibilidade de participação na pesquisa. Os questionários continham perguntas sobre as atividades produtivas, tratos culturais, recursos disponíveis, organização do trabalho, relação com o mercado e outras questões sobre a produção que iam surgindo durante o diálogo.

Após a aplicação dos questionários, procedeu-se com as entrevistas históricas para obtenção de dados para análise retrospectiva (MOULIN et al., 2008) das 10 famílias que se voluntariaram à pesquisa. O objetivo da análise retrospectiva foi buscar identificar os motivos das mudanças nas práticas agrícolas, as coerências e contradições que explicasse as transformações na dinâmica de uso da terra. Ainda, buscaram-se informações quanto aos critérios para escolha dos locais de cultivo, a diferenciação de ambiente, o que é considerado uma terra boa para cultivo, e conhecimentos sobre solo.

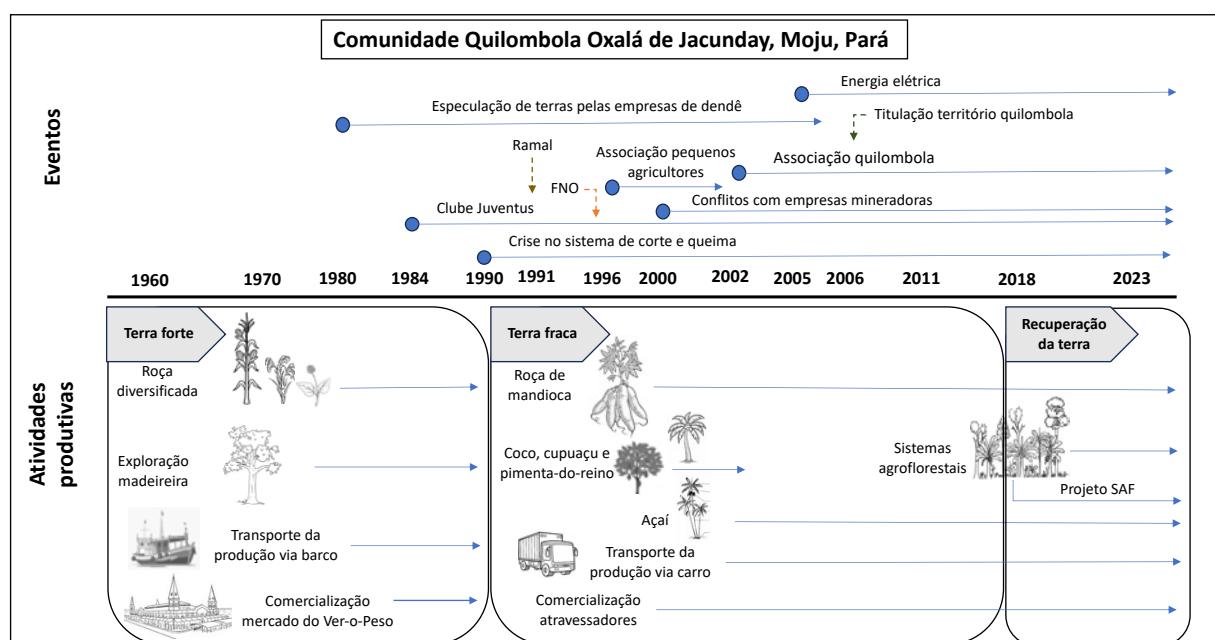
Os dados mais mensuráveis foram inseridos em um banco de dados no software Microsoft Excel para que se pudesse analisar por meio de estatística descritiva (máximo, mínimo, média e frequência) e assim elaborar gráficos que evidenciassem a estrutura dos sistemas produtivos e apoiassem as análises das lógicas produtivas adotadas pelas famílias. Os dados qualitativos foram organizados em um quadro histórico para elaborar uma crônica, no qual ficasse evidente as mudanças ocorridas e os fatores que influenciaram tais mudanças. Também se organizaram as falas mais significativas que evidenciavam mudanças ou fatores que as influenciaram para dar destaque às principais transformações ocorridas.

Todos os procedimentos éticos foram tomados, o projeto de pesquisa foi submetido à Plataforma Brasil e aprovado pelo Conselho de Ética e Pesquisa (CEP) da Universidade de Iguaçu (Rio de Janeiro), com Número do Parecer: 5.706.405, em 18 de outubro de 2022. Assim, apresentou-se o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) aos participantes da pesquisa que puderam tirar dúvidas e assim assiná-lo, dando autorização para a realização deste trabalho.

### 3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.5.1 Mudanças na Dinâmica Produtiva e Territorial do Quilombo Jacunday

Identificou-se três fases de mudanças, entre 1960 e 2023, nos sistemas produtivos das famílias quilombolas na comunidade: (I) Terra forte (1960 a 1990); (II) Terra fraca (1991 a 2017); e (III) Recuperação da terra (a partir de 2018). Esses períodos, estão representados, abaixo, na forma de uma crônica síntese (Figura 6), na qual, pode-se observar os principais eventos que contribuíram às transformações nas formas de uso da terra. Todas as fases estão relacionadas à percepção local sobre a condição do meio biofísico para produção de biomassa como parte central da gestão da fertilidade nos agroecossistemas. Assim, a terra pode ser considerada fraca ou forte a partir da condição de resiliência de um dado agroecossistema, mas não só, a percepção de que as práticas agrícolas têm impacto direto nessa condição favorece adoção de novas tecnologias que podem ajudar a recuperar as “terras fracas”, como a adoção da roça sem fogo e dos sistemas agroflorestais.



**Figura 6** – Crônica síntese das transformações nos sistemas de produção familiares na Comunidade Quilombola de Oxalá de Jacunday, Moju, Pará. Fonte: dados da pesquisa.

As transformações nos sistemas produtivos locais foram influenciadas por diversos fatores que podem ser classificados como interno e externo aos agroecossistemas. Assim, para o primeiro, a degradação do solo e aspectos da família — como força de trabalho disponível e projeto familiar (objetivos da família) — são chave no processo decisório sobre a forma de uso da terra. Para o segundo, a relação com o mercado, conflito com empresas interessadas nas terras tradicionalmente ocupadas pelas famílias, políticas públicas de financiamento, de reconhecimento identitário e de titulação territorial, foram fundamentais na conformação da dinâmica agrária com três fases distintas como se analisa a seguir:

##### (I) Fase terra forte (1960 a 1990)

Nesse período, a produção das famílias era baseada tanto na exploração de madeira de lei quanto na produção de culturas alimentares que serviam ao autoconsumo e a comercialização para gerar renda. Na comunidade instalou-se duas serrarias com oficinas para

confecção de embarcações, utilizadas no transporte dos produtos da roça e, para o corte de madeira, para comercialização nos portos de Belém, em especial na feira Ver-o-Peso.

A terra era considerada forte pela alta capacidade de regeneração e de produção de biomassa vegetal, que quando queimada provia boa fertilidade às espécies vegetais cultivadas. O tamanho das áreas utilizadas para a realização das roças era de 10 tarefas (equivalente a 3,3 hectares), ou seja, eram feitas grandes roças tanto no tamanho espacial que ocupavam quanto na diversidade de espécies vegetais que eram cultivadas. Durante as entrevistas retrospectivas foi possível registrar 22 tipos de plantas que eram cultivadas nas roças (Tabela 1), sendo 21 delas com caráter de alternatividade, ou seja, consumo e venda, o que fortalecia a segurança e soberania alimentar da comunidade.

**Tabela 1** - Diversidade de plantas cultivadas na fase da terra forte, nas roças da Comunidade Quilombola de Oxalá de Jacunday, Moju, Pará. Finalidade: Co (consumo), Ve (venda).

Etnoespécie/Nome popular	Nome científico	Finalidade
Abóbora	<i>Cucurbita pepo</i> L.	Co, Ve
Amendoim	<i>Arachis hypogaea</i> L.	Co, Ve
Ariá	<i>Goeppertia allouia</i> (Aubl.) Borchs. & S. Suárez	Co, Ve
Arroz	<i>Oryza sativa</i> L.	Co, Ve
Banana	<i>Musa sapientum</i> L.	Co, Ve
Batata	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	Co, Ve
Batata-doce	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	Co, Ve
Cará	<i>Dioscorea alata</i> L.	Co, Ve
Caruru	<i>Amaranthus</i> sp.	Co, Ve
Chicória	<i>Eryngium foetidum</i> L.	Co, Ve
Fava	<i>Phaseolus lunatus</i> L.	Co, Ve
Feijão	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Co, Ve
Gergelim	<i>Sesamum indicum</i> L.	Co, Ve
Jambu	<i>Spilanthes oleracea</i> L.	Co, Ve
Mamão	<i>Carica papaya</i> L.	Co, Ve
Mandioca	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Co, Ve
Maxixe	<i>Cucumis anguria</i> L.	Co, Ve
Melancia	<i>Citrullus lanatus</i> (Thunb.) Matsum. e Nakai	Co, Ve
Milho	<i>Zea mays</i> L.	Co, Ve
Quiabo	<i>Abelmoschus esculentus</i> L. Moench	Co, Ve
Tabaco	<i>Nicotiana tabacum</i> L.	Ve
Vinagreira	<i>Hibiscus sabdariffae</i> L.	Co, Ve

Os produtos eram escoados todos via rio, pois o único meio de transporte disponível naquele período era barco, não havia acesso à comunidade via estradas. A comercialização tinha como principal ponto de referência a feira Ver-o-Peso em Belém, segundo os entrevistados a viagem da comunidade até o local de venda dos produtos era em torno de 2 dias.

A chegada de empresas produtoras de óleo de palma (dendezeiro), a partir de 1980, na região deu início ao comércio de terras, com várias famílias vendendo as áreas tradicionalmente ocupadas. Isso, também gerou profundos conflitos com grileiros, madeireiros e outros atores sociais interessados na especulação das terras. O que fez com que as áreas utilizadas para grandes roçados diminuíssem, consequentemente o tempo de pousio também teve que ser reduzido para que as famílias que permaneceram na região pudessem fazer seus cultivos. Com a redução do tempo de pousio de 15 a 20 anos, para 2 a 5 anos, as áreas passaram a não ter a

mesma resposta em termo de produção de biomassa vegetal em seu processo regenerativo e, por consequência, diminuição da produtividade dos cultivos e declínio das roças.

O fim dessa fase se caracteriza pela diminuição das áreas de florestas primárias e o enfraquecimento da terra observado na diminuição da produtividade dos cultivos, em especial, cultivos como arroz, que segundo os agricultores não dá em área de capoeira. Isso, também foi observado por Rocha e Almeida (2013) em estudo com agricultores familiares na região da Transamazônica (sudoeste do estado do Pará).

## (II) Fase da terra fraca (1991 a 2017)

Essa fase é caracterizada pela crise no sistema de corte e queima com a diminuição do tempo de pousio, de forma que as áreas de capoeira passaram a não produzir a mesma quantidade de biomassa vegetal como quando o tempo de pousio era maior. As famílias observaram que ao longo dos anos a produtividade dos cultivos diminuiu, e atribuem isso ao enfraquecimento da terra, conforme pode ser observado no depoimento de um dos agricultores entrevistados: “*com o tempo foi se deixando de plantar muitas culturas porque as áreas já não davam mais como antigamente, não sei qual a razão, talvez seja o clima ou a terra fraca, ou o desmatamento*” (agricultor, 45 anos).

Com o enfraquecimento das terras os agricultores observaram o aparecimento de problemas fitossanitários que não existiam antes, como o apodrecimento das raízes de mandioca, com relatos de casos de perda de até 80% das manivas plantadas.

Em se tratando de mudanças na forma de transportar a produção, a abertura de uma estrada, a partir de 1991, criou outra dinâmica de escoamento dos produtos e surgiram novos atores como os atravessadores. Assim, o que antes era uma relação direta com feiras, passou a ser intermediada por transportadores indo à comunidade comprar os produtos, em especial a farinha de mandioca. Isso também contribuiu para a diminuição da diversidade produtiva, fez com que as famílias priorizassem a produção de mandioca para a feitura da farinha, produto demandado pelos novos compradores.

Ainda, nessa fase, a comunidade teve acesso a crédito, via Fundo Constitucional de Financiamento do Norte (FNO), a partir de 1996. Com isso, algumas famílias implantaram parcelas consorciadas com pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.), coco (*Cocos nucifera* L.) e cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum.). Outras, investiram o recurso do crédito em outros objetivos não agrícolas, o que levou famílias ao endividamento. Segundo os agricultores, não houve orientação técnica para a execução dos projetos de consórcio em suas unidades de produção, assim, receberam o dinheiro, mas não sabiam os tratos culturais adequados para os cultivos, pois não tiveram técnicos da extensão rural para acompanhar e fazer as orientações adequadas. Dessa forma, houve problemas relacionados aos manejos das parcelas, além de dificuldades de vender a produção, o que levou ao abandono dos consórcios, restando apenas duas famílias que mantiveram as parcelas implantadas.

A política de crédito do FNO no Estado do Pará impôs às famílias investirem em espécies vegetais comerciais para atender o interesse do mercado (TURA; COSTA, 2000). Desse modo, os agricultores tiveram dificuldades devido à falta de experiência e/ou distância desses investimentos com os projetos de vida das famílias.

A partir dos anos 2000, o aumento da demanda pela produção de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) motivou as famílias a investir nesse cultivo. Em 10 unidades de produção, as parcelas do referido consórcio foram substituídas por açaizeiros, mas algumas famílias não quiseram arriscar e se concentraram apenas na produção de mandioca para fabricação da farinha. Tanto o cultivo do açaizeiro como da mandioca resguarda seu caráter de alternatividade, sendo um grande motivador para as famílias investirem como atividade principal. Pois, como relataram os agricultores, com a pimenta-do-reino, coco e cupuaçu, as

famílias ficam refém do mercado e não é possível consumir como fazem com a farinha de mandioca e o açaí.

Assim, a produção de mandioca e de açaí são como reguladoras dos sistemas de produção porque assumem inúmeras funções que garantem maior resiliência aos agroecossistemas (BOURGEIOS, 1983). Já a produção de pimenta-do-reino, coco e cupuaçu exclusivamente para o mercado muda drasticamente a relação entre unidade de produção/consumo, o que pode comprometer a autonomia das famílias (CHAYANOV, 1974).

Para conseguir vender a produção e fazer frente às investidas das empresas da dendicultura na região, as famílias criaram a associação de pequenos agricultores (em 1996), que, com a chegada da política de reconhecimentos de territórios tradicionalmente ocupados, tornou-se associação de remanescente de quilombo Oxalá de Jacunday, em 2002. Mas só recebeu esse reconhecimento, por meio da titulação coletiva da terra, em 2006. Desse modo, um agricultor relatou: “*se não tivesse a associação, era tudo dendê*” (agricultor, 47 anos).

### (III) Fase recuperação da terra (a partir de 2018)

Essa fase se caracteriza pela mudança em relação ao uso do fogo para preparar as áreas de cultivo. Como visto anteriormente, ao longo dos anos as famílias foram experimentando uma diversidade de atividades produtivas e percebendo o declínio da fertilidade natural das áreas. Com isso, chegaram à conclusão de que o fogo era prejudicial, porque quanto mais uma área era queimada ao longo dos anos, o tempo para regeneração aumentava e, em alguns casos, não havia recuperação. A exemplo disso os agricultores relataram sobre as capoeiras “entanguidas”, áreas no qual a regeneração natural estagnou, ou seja, não desenvolve árvores, apenas arbustos e não há o engrossamento dos caules, ficando sempre com a aparência de área de recuperação recente como se fosse uma capoeira de um ano. Mas que, na verdade, tem mais de 40 anos e não evoluiu.

Na busca por alternativas produtivas, os agricultores conheceram as experiências dos sistemas agroflorestais desenvolvidos no município de Tomé-Açu. Também tiveram o incentivo da comunidade quilombola vizinha — São Manoel, que havia iniciado seus SAFs em 2012. Com isso, fizeram várias visitas às experiências de Tomé-Açu e da Comunidade de São Manoel, conseguiram sementes e, em 2018, iniciaram a construção de viveiros, bem como a preparação de seis áreas experimentais, até chegar hoje ao quantitativo de 20 áreas de sistemas agroflorestais na comunidade.

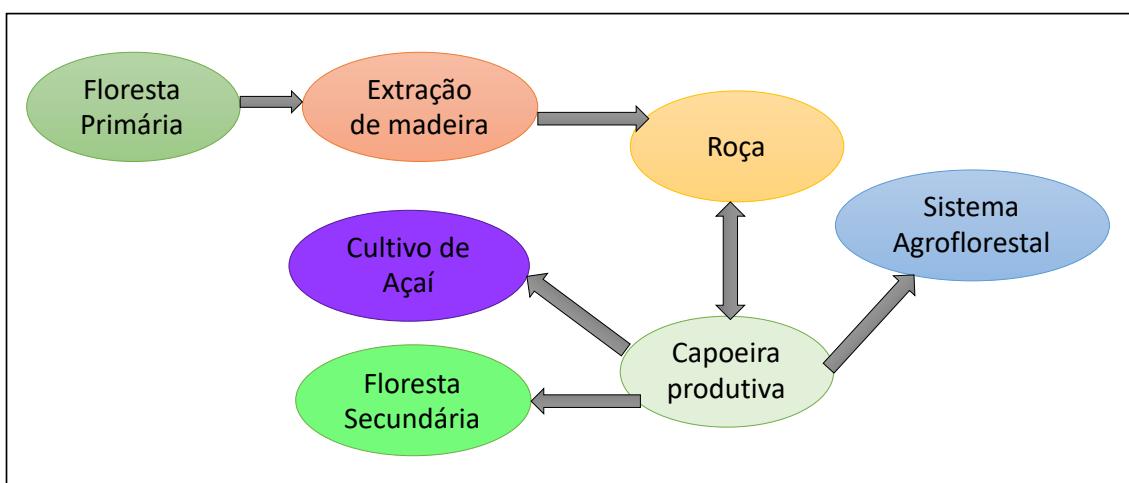
A adoção da roça sem fogo é uma mudança significativa porque o fogo, tradicionalmente, é parte da forma de manejo e gestão da fertilidade, onde as capoeiras consideradas no estado de “ponto de roça”, a partir da quantidade de biomassa que produziu, poderá fertilizar a área para a implantação dos cultivos. No novo modelo, as capoeiras ainda continuam tendo papel central, mas ao invés de derrubá-las e queimá-las, os agricultores as manejam para serem enriquecidas com plantas agrícolas.

As inovações técnicas relacionadas com as roças sem queima, não se trata apenas de replicar técnicas, mas têm uma relação íntima com a dinâmica de cada território e seus sujeitos. Quanto mais “camponesa” é a lógica familiar, mais interessada parece estar com as inovações de “fixação de roças para consumo” (MATOS; MARTINS; SILVA, 2019).

#### **3.5.2 Dinâmica de Transformação do Uso da Terra**

A evolução da dinâmica do uso da terra na comunidade está relacionada aos diversos fatores produtivos e territoriais analisados. Desse modo, observou-se que as florestas primárias foram totalmente transformadas, tendo como primeira investida a retirada de madeiras e depois a transformação em roça (Figura 7), por meio do sistema de corte e queima. Após a colheita dos produtos da roça, a área foi deixada em pousio transformando-se em capoeira produtiva

porque passou a ser inserida na lógica de produção em que essas áreas assumiram papel central na gestão e manejo da fertilidade. Isso, também, foi observado no estudo de Tavares e Veiga (2006) sobre a gestão da fertilidade do meio natural na região de Marabá (sudeste do estado do Pará), assim como Silva e Oliveira (2014) observaram em estudo sobre florestas secundárias na região de Altamira (sudoeste do estado do Pará).



**Figura 7 – Dinâmica da evolução do uso da terra pelas famílias quilombolas da Comunidade de Jacunday, Moju, Pará.**

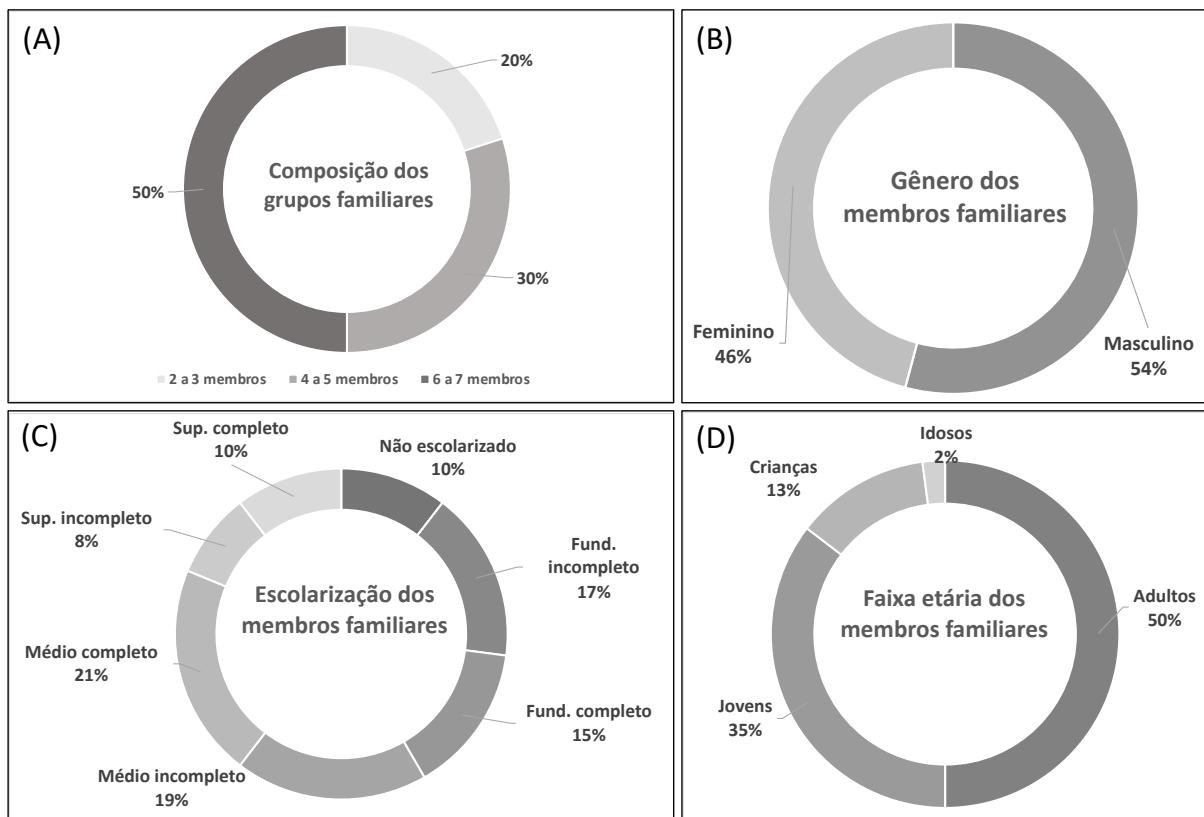
A dinâmica de uso da terra observada neste estudo difere do modelo hegemônico de ocupação da terra na Amazônia em que a floresta é derrubada para implantação de pastagem (WALKER et al., 1998; SILVA; NAVEGANTES-ALVES, 2017), seguindo um ciclo: desmatamento – pecuária – agricultura capitalizada de exportação, conforme observam Mello e Théry (2001). Isso ocorre porque a comunidade conseguiu, por meio de sua mobilização e organização política, fazer o enfrentamento a várias investidas de especuladores de terras e manter sua permanência no território, onde consolidou-se com a política de reconhecimento territorial, por meio da titulação coletiva como área remanescente de quilombo.

Pode-se observar que, por um lado, há uma tendência de expansão dos sistemas agroflorestais, assim como dos açaizais. Por outro lado, a permanência das roças e capoeiras produtivas passam a ser um gargalo, porque ao mesmo tempo que a mandioca possui uma centralidade nos sistemas produtivos, o modelo tradicional de produção está em declínio e demanda mudanças tecnológicas para que permaneça. Além de ser uma ameaça as florestas secundárias que restaram, visto que a política ambiental pressiona para que haja áreas de reserva, de modo que em 2023, a comunidade obteve, de forma coletiva, o Cadastro Ambiental Rural (CAR).

### 3.5.3 Caracterização dos Agroecossistemas na Atualidade

#### 3.5.3.1 Os grupos familiares

Na Comunidade Oxalá de Jacunday, predominam famílias do tipo nuclear (famílias compostas por pai, mãe e filhos), com composições que vão de 2 a 7 membros, com prevalência de núcleos familiares de 6 a 7 membros (50%), conforme Figura 8. Esses dados corroboram ao estudo sobre família e grupo doméstico realizados por Mota (2014) no Nordeste Paraense, com 269 grupos familiares analisados, onde houve destaque de famílias nucleares com grande número de membros.



**Figura 8** – Descrição dos grupos familiares da Comunidade Oxalá de Jacunday, Moju, Pará: (A) composição total; (B) gênero; (C) escolarização; (D) faixa etária (Conforme INDEX MUNDI (2016): criança: 0 a 14 anos; jovem: 15 a 24 anos; adulto: 25 a 64 anos; e idoso: a partir de 65 anos).

Nos grupos familiares a faixa etária de adultos (50%) e jovens (35%) foi a mais representativa na comunidade. O que pode indicar disponibilidade de força de trabalho nas unidades de produção. A quantidade de membros familiares, idade e gênero influenciam as estratégias socioprodutivas adotadas, porque afetam fatores produtivos, como a disponibilidade de mão de obra familiar na unidade produtiva, bem como a de consumidores.

Os estudos sobre dinâmicas produtivas de agricultores quilombolas mostram o protagonismo feminino tanto no gerenciamento das atividades produtivas quanto na mobilização política, segundo Freire; Barbosa (2012) e Silva et al. (2018). Neste estudo, também, foi possível observar o destaque do trabalho das mulheres, apesar de que nas atividades de trabalho relacionadas aos sistemas agroflorestais o trabalho delas tem se restringido a preparar a alimentação em dias de mutirão.

Em relação à escolaridade, destaca-se que 90% dos membros dos grupos familiares da comunidade Oxalá de Jacunday acessaram a escola. Isso ocorre pela mobilização dos agricultores na luta pela educação, o que levou ao Governo do estado do Pará, nos anos de 1950, contratar uma professora para fazer a alfabetização. Nos anos de 1980 foi construída a primeira escola da comunidade em um barracão de madeira, que nos anos 2000 foi substituída por uma de alvenaria construída pela prefeitura.

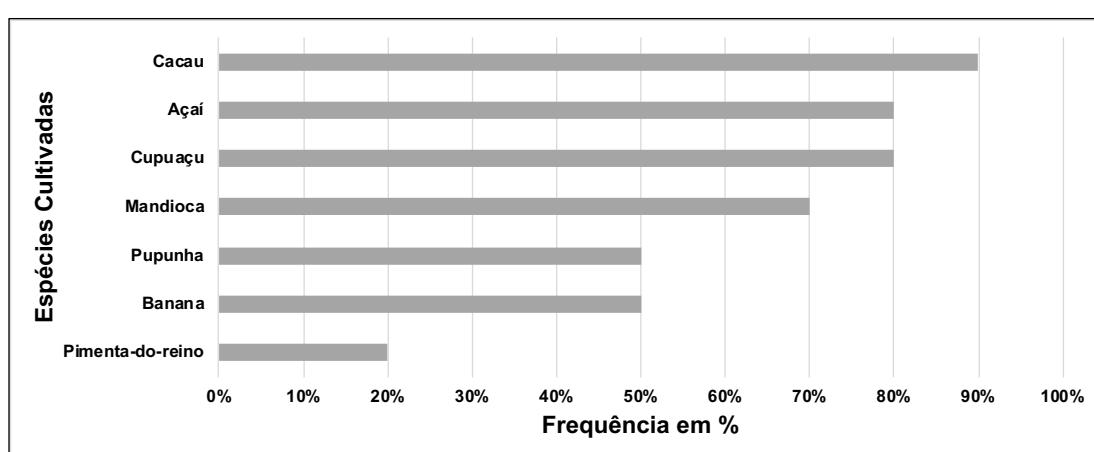
A comunidade se destaca pela mobilização e participação da juventude no trabalho e nas ações de planejamento da continuidade da comunidade. A exemplo do projeto Perpetuar<sup>2</sup>,

<sup>2</sup> Projeto idealizado e conduzido pela juventude quilombola do Território do Jambuá, Moju, Pará. São realizadas atividades como o regaste da tradição de contação de história pelos griôs, mostra culturais com dança, cine quilombola, formação política da juventude e debates sobre a sustentabilidade dos territórios quilombolas. Mas

idealizado e executado pelos jovens da comunidade como um instrumento de incentivo a cultura e a leitura. Um dado interessante é que se estima, que mais 50 jovens da comunidade, já estudou ou está estudando curso superior em universidades públicas do estado do Pará, estimulados pela política de ação afirmativa com processos seletivos especiais para povos e comunidades tradicionais desenvolvidos por essas instituições.

### 3.5.3.1 Sistemas de cultivo

Identificou-se sete espécies vegetais que ocorrem nos sistemas de cultivos das famílias quilombolas (Figura 9), com destaque ao cacau presente em 90% dos agroecossistemas estudados. A cultura do cacau tem se destacado no Pará, sendo o estado com maior produção de amêndoas de cacau do Brasil, com uma produção de 145 mil toneladas na safra 2021/2022 (IBGE, 2023).



**Figura 9** – Frequência de espécies presentes nos sistemas de cultivos da Comunidade Quilombola de Oxalá de Jacunday, Moju, Pará. Fonte: dados da pesquisa.

Os cultivos de açaí e o cupuaçu obtiveram frequência de 80% nos agroecossistemas da comunidade, evidenciando-se assim o papel central que as frutas regionais têm ocupado nos sistemas produtivos. O açaizeiro oferece um dos frutos mais importantes para a dieta alimentar das comunidades rurais paraense. Para além do consumo das famílias, o açaí se destaca pela crescente demanda para exportação como um mercado promissor, desse modo o relato a seguir evidencia-se isso: “*o açaí é bom porque não falta comprador, se você coloca três rasas aí na frente, logo para gente perguntado quanto que a gente quer*” (agricultor, 53 anos).

Registrhou-se a presença do cultivo da mandioca em 70% dos agroecossistemas estudados, essa atividade agrícola é emblemática porque representa uma atividade tradicional das agriculturas familiares paraense, entretanto há uma tendência de diminuição dessa produção na comunidade. Isso se justifica pelos vários fatores apresentados nas seções anteriores, em especial a crise no sistema de corte e queima e os problemas fitossanitários relacionados ao apodrecimento das raízes.

Desse modo, os sistemas de cultivos observados neste estudo apresentam, ainda, diversidade significativa de espécies agrícolas (Figura 10), sendo a maioria servindo a alternatividade (consumo da família e venda para gerar renda) como a mandioca e as frutíferas (açaí, cupuaçu, pupunha e banana). As roças têm passado por transformações, em especial com a redução do número de espécies vegetais, mas lógica da diversidade ainda é presente, visto que as famílias têm buscado sistemas alternativos baseados na diversificação produtiva. Os

sistemas agroflorestais se destacam como possibilidade de continuidade dessa lógica que prioriza a diversidade presente nas agriculturas familiares paraense. Isso porque a diversificação produtiva permite maior autonomia e resiliência diante de crises como explica Ellis (2000).



**Figura 10** – Distintas parcelas cultivadas na Comunidade de Oxalá de Jacunday, Moju, Pará.  
(A) Roça tradicional de mandioca; (B) Sistema agroflorestal (cacau, açaí, pimenta-do-reino).

### 3.5.4 Sistemas Agroflorestais Como Estratégia Socioprodutiva Local

Em 2018, quando as famílias iniciaram os trabalhos para implantar os primeiros sistemas agroflorestais, a escolha do local representou uma estratégia de impedir ações de outros atores que estavam entrando em áreas da comunidade para fazer roças. Assim, as seis primeiras parcelas (cada uma de um hectare) foram implantadas no limite do território, buscando evitar a entrada de pessoas que não fazem parte da comunidade para usar a área.

Com a adoção dos sistemas agroflorestais, as famílias retomaram práticas socioprodutivas, que já não se faziam mais, como os mutirões. A prática do mutirão é um importante aspecto da sociabilidade do campesinato, amplamente estudado como princípio das lógicas familiares de produção a partir de conceitos como dádiva (MAUSS, 2003) e reciprocidade (SABOURIN, 2009). A retomada dos mutirões foi importante porque pôde aproximar mais as famílias, o que gerou discussões da necessidade criar o grupo de Agricultores Quilombolas Muti Roça Sem Fogo. No nome escolhido para o grupo eles destacaram a atividade do mutirão e o não uso do fogo. Assim, os SAFs materializaram o trabalho coletivo e a agricultura que caminha para sustentabilidade, quando adotaram prática para recuperar a fortaleza do solo, por estar enfraquecida.

Desse modo, os sistemas agroflorestais se configuraram como a principal estratégia de reprodução social da agricultura quilombola local. Houve o cuidado em envolver os jovens em todos os processos produtivos, visto a preocupação da continuidade das atividades e da comunidade. Entende-se aqui a reprodução social como um processo que combina a permanência da família na terra, a manutenção das condições ecológicas e das relações culturais e de sociabilidade (CONCEIÇÃO, 2002; WOORTMANN; WOORTMANN, 1997).

### **3.8 CONCLUSÕES**

As transformações nas dinâmicas de uso da terra foram influenciadas por eventos internos aos agroecossistemas como a diminuição na produtividade dos cultivos devido ao enfraquecimento das terras e por eventos externos, como a chegada de empresas do setor da dendicultura, abertura de estrada e políticas públicas de crédito rural.

Os dados evidenciaram que houve uma redução drástica nos cultivos agrícolas que serviam ao consumo familiar, fragilizando a segurança e soberania alimentar das famílias e a autonomia dos sistemas de produção na comunidade. E assim, abre possibilidades de pesquisas sobre o tema junto à comunidade.

Apesar disso, a lógica camponesa de produção permanece, visto que a centralidade dos projetos familiares tem sido a reprodução social da família. Há uma tendência para consolidar sistemas de produção diversificados por garantir maior autonomia e, por isso, os sistemas agroflorestais assumem a centralidade das estratégias socioprodutivas das famílias quilombolas. Mas é necessário aprofundar os estudos para entender até que ponto a gestão coletiva do trabalho (mutirões) potencializam a consolidação de novos manejos e suas práticas.

## **4 CAPÍTULO II**

### **SAÚDE DO SOLO EM DIFERENTES AGROECOSSISTEMAS FAMILIARES QUILOMBOLAS NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

## **4.1 RESUMO**

Neste capítulo, analisa-se a saúde do solo em diferentes sistemas de uso da terra: sistema agroflorestal de um ano, sistema agroflorestal de quatro anos, roça tradicional de corte e queima e floresta secundária. A referência empírica foi a Comunidade Quilombola Oxalá de Jacunday, Moju, Pará. Para a realização de uma avaliação mais integrada da saúde do solo examinaram-se atributos físicos, químicos e biológicos do solo. Para o primeiro determinou-se a textura para caracterização física do solo e avaliou-se a densidade do solo e o índice de qualidade estrutural do solo. Para o segundo avaliou-se o pH, a concentração de elementos químicos (macronutrientes e alumínio) e a matéria orgânica. Para o terceiro avaliou-se a macrofauna invertebrada do solo. Os dados se mostram sensíveis às práticas agrícolas adotadas, com diferenças significativas nos valores encontrados para matéria orgânica, índice estrutural do solo, riqueza e diversidade de macroinvertebrados. Conclui-se que o sistema agroflorestal que adotou manejo ecológico obteve valores próximos ao da floresta secundária, evidenciando que tal sistema de uso da terra pode contribuir para a sustentabilidade dos agroecossistemas, visto que promove a saúde do solo.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade. Sistemas agroflorestais. Macroinvertebrados edáficos. Camponeses. Nordeste Paraense.

## 4.2 ABSTRACT

In this chapter, soil health is analyzed in different land use systems: one-year agroforestry system, four-year agroforestry system, traditional slash-and-burn farmland, and secondary forest. The empirical reference was the *Quilombola* Community of Oxalá de Jacunday, Moju, Pará. To carry out a more integrated assessment of soil health, physical, chemical, and biological indicators were used. For the first, the texture was determined for physical characterization of the soil and the soil density, and the soil structural quality index were evaluated. For the second, pH, concentration of chemical elements (macronutrients and aluminum) and organic matter were evaluated. For the third, the invertebrate macrofauna of the soil was evaluated. The data are sensitive to the agricultural practices adopted, with significant differences in the values found for organic matter, soil structural index, richness, and diversity of macroinvertebrates. It is concluded that agroforestry systems obtained values close to those of secondary forest, showing that such a land use system can contribute to the sustainability of agroecosystems, as it promotes soil health.

**Keywords:** Sustainability. Agroforestry systems. Edaphic macroinvertebrates. Peasants. Northeast Pará.

### **4.3 INTRODUÇÃO**

Os solos regulam processos essenciais para a manutenção dos ecossistemas como produção de biomassa, armazenamento, filtragem e transformação de nutrientes, substâncias e água; além disso, é um reservatório de biodiversidade, de carbono, entre outras funções (SMITH et al., 2021). Assim, não há dúvida sobre a necessidade de proteger e usar de forma sustentável esse recurso natural. No entanto, estima-se que um terço dos solos do planeta encontram-se em algum estado de degradação (MONTANARELLA et al., 2015), e a agricultura tem sido uma das principais atividades que contribui para isso.

Na Amazônia, a preocupação com a sustentabilidade da agricultura tem sido crescente. Especialmente no contexto das mudanças climáticas, em que se intensifica a pressão internacional para conter o avanço de atividades produtivas, que destroem florestas e outros ambientes naturais. Nos sistemas de produção familiares ainda predomina o corte da vegetação seguido da queima, como principal forma de preparo de área agrícola. Entretanto, tem-se observado que esse sistema está em crise, e as famílias têm buscado alternativas baseadas em modelos agroecológicos, como o enriquecimento de capoeira, roça sem fogo e sistemas agroflorestais (REGO; KATO, 2018).

Desse modo, entender como esses sistemas de uso tem impactado na sustentabilidade dos solos em agroecossistemas familiares é fundamental, tanto para apoiar práticas positivas, quanto para orientar políticas públicas de incentivo a práticas sustentáveis. Para isso, é importante a participação dos agricultores e uma abordagem integradora que tenha a sustentabilidade como foco (CASALINHO; LIMA, 2018).

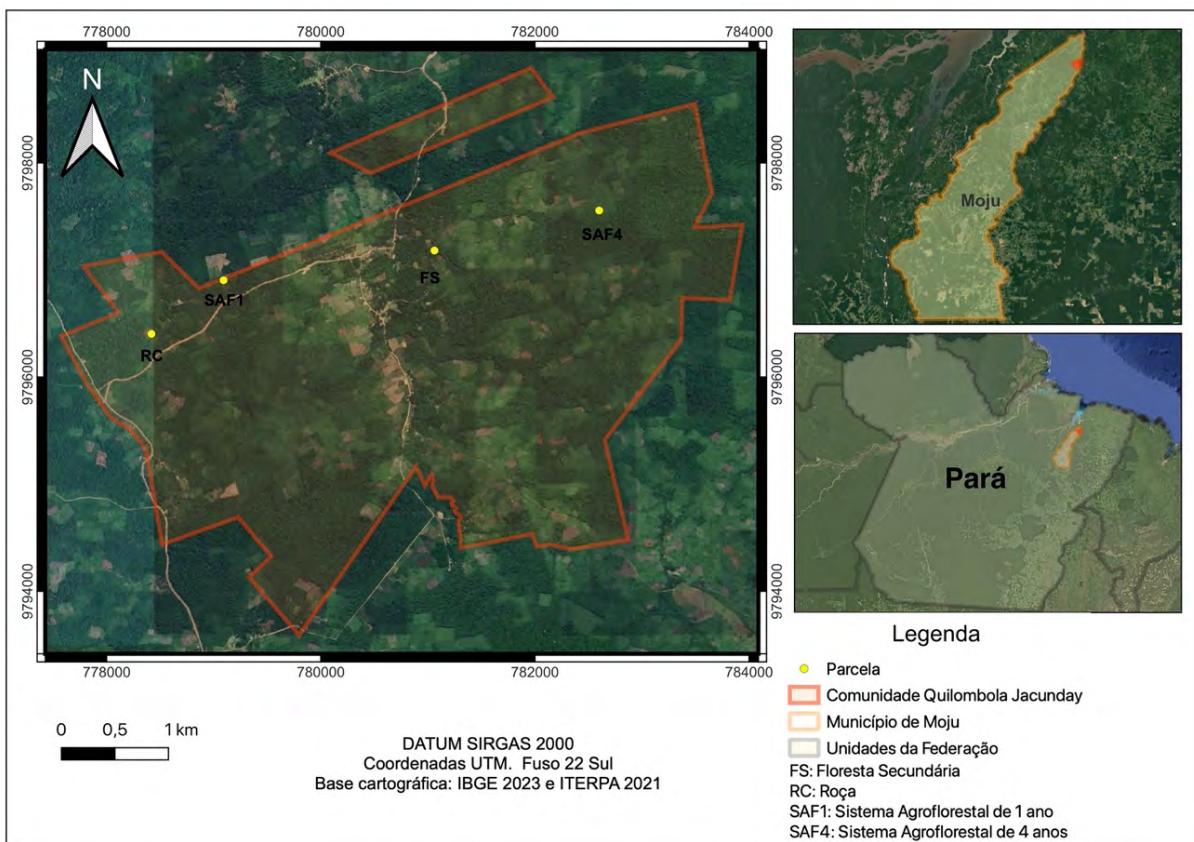
Nesse sentido, a noção de saúde do solo pode ser operacional, visto que tem sido amplamente empregada quando se quer falar sobre a sustentabilidade da agricultura, isso porque ela pressupõe uma abordagem complexa que integra os atributos químico, físicos e biológicos do solo (DOMÍNGUEZ et al., 2023; TAHAT et al., 2020). Além disso, tem sido o termo que mais permite diálogo junto a sociedade em geral, em especial entre gestores públicos, agricultores, técnicos e cientistas. Entretanto, há controvérsias sobre o conceito de saúde do solo, indicando que ele está em evolução (HARRIS et al., 2022; JANZEN et al., 2021; POWLSON, 2020). Para esse estudo, adotou-se a noção de saúde do solo, porque está no escopo do debate científico sobre a sustentabilidade dos manejos dos solos em agroecossistemas familiares e foi apreciado pelo grupo de agricultores envolvidos.

Questiona-se nesta tese se as práticas agrícolas desses agricultores familiares mantêm a saúde do solo. A hipótese é que as mudanças de práticas agrícolas adotadas pelos agricultores familiares são positivas e mantêm a saúde do solo. Assim, o objetivo desse texto é analisar os impactos de diferentes sistemas de uso da terra na saúde do solo de agroecossistemas familiares quilombolas na Amazônia Oriental.

## 4.4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.4.1 Área da Pesquisa

A pesquisa foi realizada na Comunidade Quilombola Oxalá de Jacunday (Figura 11), no ano de 2023. Esta localidade, faz parte de um mosaico de terras tradicionalmente ocupadas por remanescentes quilombolas, com um total de 15 comunidades que formam o Território Quilombola do Jambuaçu, em Moju, Pará.



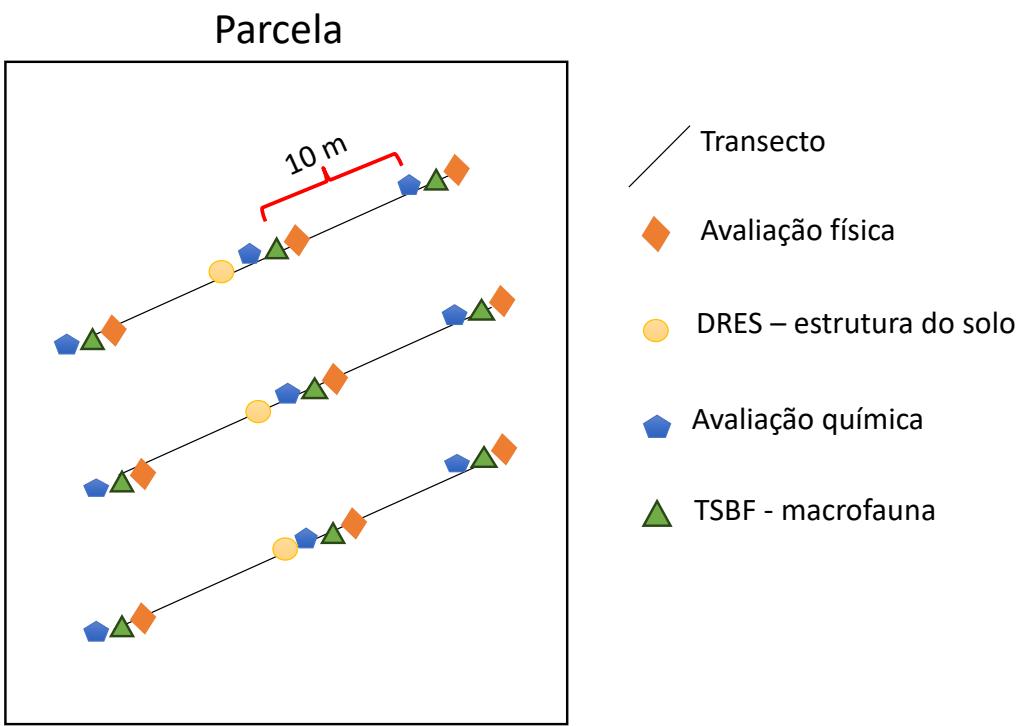
**Figura 11** - Localização dos agroecossistemas estudados na Comunidade Quilombola de Oxalá de Jacunday, Moju, Pará.

A partir de diálogo com a comunidade foram identificados dois sistemas principais de uso da terra: (1) roças tradicionais de corte e queima (mandioca como cultivo principal, identificado como RC), e (2) sistemas agroflorestais (de dois tipos: manejo ecológico, identificados como SAF1 e, com uso de insumos externos – fertilizantes sintéticos e agrotóxicos, identificado como SAF4). De forma participativa foram escolhidas três parcelas representativas desses sistemas na comunidade e uma área de floresta secundária como referência da vegetação nativa local, conforme Tabela 2.

**Tabela 2 - Caracterização das parcelas analisadas no ano de 2023 na Comunidade de Oxalá de Jacunday, Moju, Pará.**

Parcela	Tamanho (hectares)	Uso atual	Histórico	Tratos culturais	Tipo de solo
Roça (RC)	1	Cultivo de mandioca	Capoeira de 5 anos, antes haviam feito plantio de mandioca, milho, melancia, abóbora e gergelim	<u>Sistema de corte e queima</u> Corte rente ao solo da vegetação: outubro Queima da vegetação: início de dezembro Plantio: janeiro Faz 3 limpezas: janeiro, abril, agosto Não faz uso de fertilizante mineral As vezes usa isca para formigas que cortam a folha da mandioca	Latossolo amarelo distrófico típico Textura média argilosa
Sistema agroflorestal de um ano (SAF1)	1	Cultivo de açaí, cacau, cupuaçu e espécies florestais nativas	Capoeira de 50 anos, antes havia sido roça de mandioca Na transformação em SAF em 2019 plantou banana	<u>Roça sem fogo</u> Fez a retirada de cipós, selecionou espécies já adultas para permanecer na área, retirou espécies abundantes <u>Enriquecimento da capoeira</u> Plantou as culturas agrícolas	Latossolo amarelo distrófico típico Textura média argilosa
Sistema agroflorestal de quatro anos (SAF4)	1	Cultivo de açaí, cacau, cupuaçu, pimenta do reino, gliricídia e espécies florestais nativas	Capoeira de 40 anos, antes havia sido roça de mandioca	<u>Roça sem fogo</u> Fez a retirada de cipós, selecionou espécies já adultas para permanecer na área, retirou espécies abundantes <u>Enriquecimento da capoeira</u> Plantou as culturas agrícolas <u>Fez uso de NPK</u>	Latossolo amarelo distrófico típico Textura média argilosa
Floresta secundária (FS)	1	Reserva florestal da comunidade	Não sabem quando foi feita a última roça, mas estima que tenha sido há mais de 50 anos	Nenhum	Latossolo amarelo distrófico típico Textura média argilosa

As coletas foram realizadas entre maio e julho de 2023. Em cada parcela, 3 transectos (de 20 metros) foram definidos aleatoriamente. Em cada transecto foi realizada 3 amostragens da macrofauna do solo com distância de 10 metros entre os pontos amostrados. Também foram coletadas amostras de solo para análise química e física e, uma mini trincheira de 40 cm comprimento, 30 cm de largura e 30 cm de profundidade foi aberta para avaliação da estrutura, conforme representado na Figura 12.



**Figura 12** — Representação dos pontos de coletas e análises realizadas nos diferentes sistemas de uso da terra na Comunidade Quilombola de Oxalá de Jacunday, Pará. DRES: Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo, TSBF: *Tropical Soil Biology and Fertility*.

Buscou-se adaptar métodos que pudessem dialogar com os agricultores (TITTONELL; MISIKO; EKISE, 2008), por isso durante as coletas e triagem de material em campo a participação da comunidade foi incentivada, em especial para indicadores da saúde do solo como a estrutura do solo e a macrofauna invertebrada do solo como se ilustra na Figura 13. Antes de realizar as amostragens para esses indicadores realizaram-se treinamentos com os agricultores para compreenderem o propósito da metodologia e o protocolo adotado.



**Figura 13 - Coleta e triagem da macrofauna invertebrada e diagnóstico da estrutura do solo em campo, na Comunidade Oxalá de Jacunday, Moju, PA.** (A) Uso da grade para retirada de monólito do solo para triagem da macrofauna invertebrada; (B) Acondicionamento dos monólitos de solo em saco de rafia para posterior triagem manual; (C) Treinamento de triagem manual da macrofauna invertebrada; (D) Grupo de agricultores realizando a triagem manual da macrofauna do solo; (E) Uso da pá reta para retirada de monólito do solo para realização do DRES; (F) Ajuste do monólito do solo para acondicionar em bandeja plástica; (G) Acondicionamento do monólito na bandeja; (H) Avaliação visual dos agregados do solo.

#### 4.4.2 Determinação Química do Solo

Para fazer a caracterização química do solo foram coletadas amostras de solo em nove pontos amostrais na profundidade de 0 a 30 cm. A determinação do pH foi feita em água (1:2,5), cálcio, magnésio e alumínio foram extraídos com solução de KCl 1 mol L<sup>-1</sup>, fósforo e potássio foram extraídos com solução Mehlich-1, a matéria orgânica foi quantificada pela via seca em mufla por incineração (TEIXEIRA et al., 2017).

#### 4.4.3 Determinação Física do Solo

A análise granulométrica foi realizada pelo método densímetro de solo seguida da classificação com triângulo textural. A determinação da densidade do solo foi feita por meio do método do anel volumétrico conforme descrito em Teixeira et al. (2017).

A avaliação da estrutura do solo foi feita pelo método Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo (DRES), proposto por Ralisch et al. (2017). É um método para qualificar a estrutura da camada superficial do solo, baseado em características detectadas visualmente em amostras dos primeiros 25 cm. Consiste em retirar um monólito do solo com 20 cm de comprimento, 25 cm de profundidade e 10 cm de espessura, para avaliar os agregados do solo a partir de característica da forma, tamanho, presença de poros visíveis, presença de raízes e organismos do solo. A escala de avaliação varia de 1 a 6, onde 1 é muito degradado e 6 é bem estruturado (RALISCH et al., 2017).

#### **4.4.4 Determinação da Macrofauna Invertebrada do Solo**

Para a realização da avaliação da macrofauna invertebrada do solo as amostragens foram feitas utilizando-se o método recomendado pelo programa “*Tropical Soil Biology and Fertility*” descrito por Anderson e Ingram (1993). Esse procedimento consiste na triagem manual de todos os invertebrados com tamanho  $> 2$  mm de diâmetro, visíveis a olho nu (LAVELLE et al., 2022).

Em cada área, foram nove pontos de coletas como representado na Figura 9. Os monólitos de solo foram coletados com o auxílio de uma grade de 25x25 cm, a 10 cm de profundidade, em cada ponto amostrado separou-se o solo em 4 camadas: serrapilheira, 0 a 10 cm, 10 a 20 cm e 20 a 30 cm. As camadas em forma de monólito foram acondicionadas em sacos de plásticos para posterior triagem dos indivíduos da macrofauna (Figura 13) e armazenados em álcool 70%.

A identificação e a contagem dos indivíduos coletados foram realizadas com o auxílio de lupa binocular. A maioria dos grupos foi classificada ao nível de grandes grupos taxonômicos: classe, ordem, família em alguns casos e, espécie em um caso. A densidade dos macroinvertebrados foi obtida a partir da transformação do número de indivíduos de cada amostra, em número de indivíduos por metro quadrado. Foram feitos cálculos de riqueza e índice de diversidade de Shannon.

#### **4.4.5 Análises Estatísticas**

Para análise estatística adotou-se delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro tratamentos e nove repetições. Os resultados que atenderam as premissas da ANOVA (distribuição normal e homogeneidade da variância) foram submetidos à análise de variância, e a comparação entre as médias foi feita pelo teste de Tukey a 5%. Para a análise de fauna do solo, que não atendeu a essas premissas, utilizou-se análise não-paramétrica, para análise de variância e comparação entre as médias foi feita pelo teste de Kruskal-Wallis com post hoc de Dunn a 5%. Para análise de componentes principais os dados foram previamente padronizados em Z-Score, visto que as variáveis estavam em escalas diferentes. Todas as análises estatísticas foram realizadas no ambiente R studio.

## 4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.5.1 Caracterização Química do Solo

Os solos dos quatro sistemas de uso da terra apresentaram características de acidez elevada (quanto menor o pH, maior é a acidez), baixa concentração de nutrientes e alta concentração de alumínio (Tabela 3), com exceção dos valores de potássio para o SAF4, considerado alto (61 a 90 mg dm<sup>-3</sup>) e RC que ficou na média (41 a 60 mg dm<sup>-3</sup>), tendo como referência as recomendações de adubação e calagem estabelecidas para o estado do Pará (BRASIL et al., 2020). Entretanto, é importante destacar que, em geral, os solos nos trópicos são muito intemperizados e lixiviados (CARDOSO et al., 2018), contribuindo para, em condições de ecossistemas naturais, também identificar valores similares aos encontrados neste estudo (COSTA et al., 2023).

**Tabela 3** - Caracterização química do solo em diferentes sistemas de uso da terra: sistema agroflorestal de um ano (SAF1), sistema agroflorestal de quatro anos (SAF4), roça tradicional de corte e queima (RC) e florestal secundária.

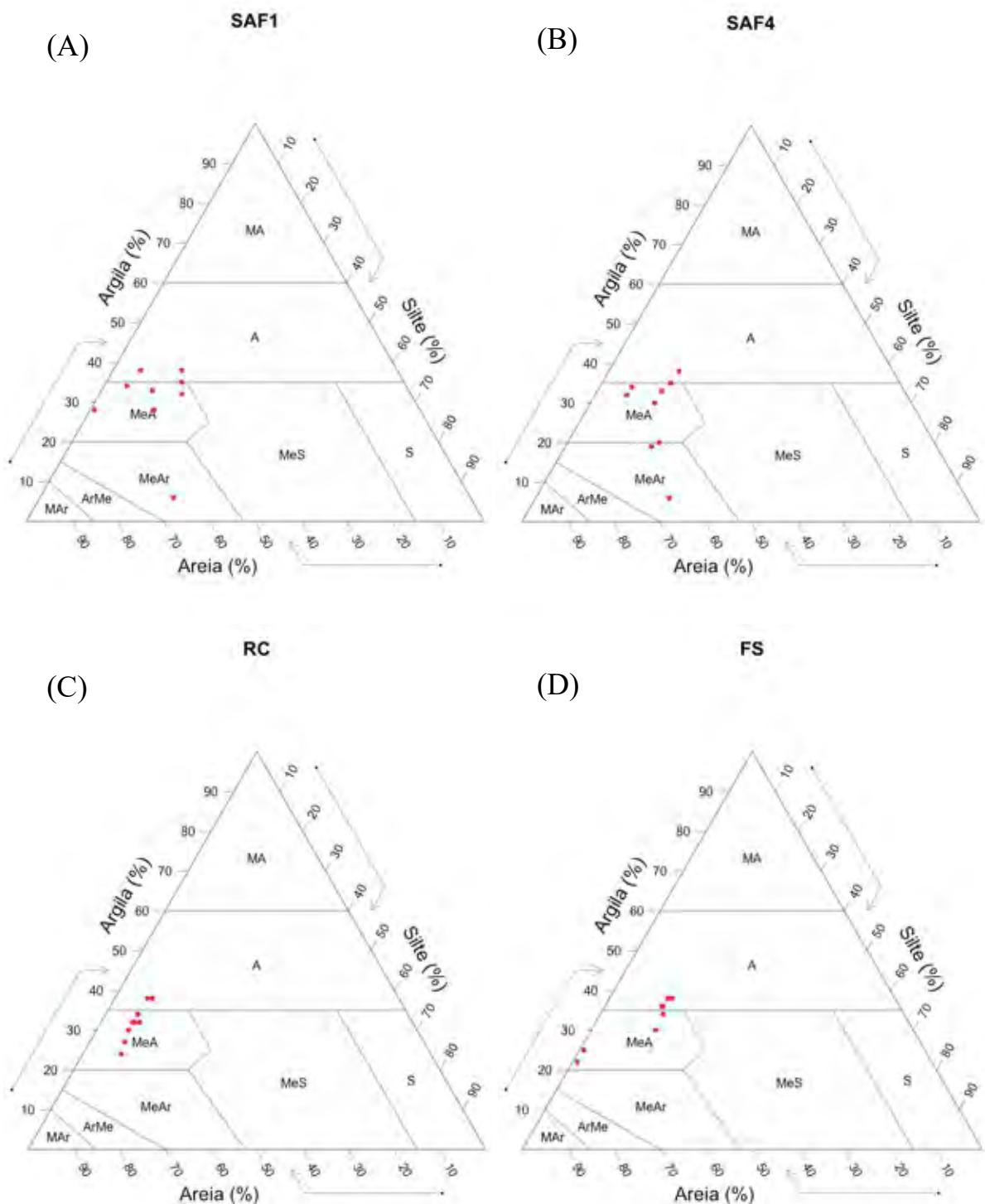
Uso da Terra	pH (H <sub>2</sub> O)	P -----(mg dm <sup>-3</sup> )-----	K	Ca -----(cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )-----	Mg -----(cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )-----	Al	MO g kg <sup>-1</sup>
SAF1	4,6±0,4b	1,6±0,6b	37,4±4,4b	0,6±0,3b	0,4±0,1b	1,4±0,1b	25±4,2b
SAF4	5,1±0,1a	2,1±0,6ab	62,7±2,1a	1,3±0,5a	0,7±0,2a	0,9±0,3c	22,4±6,6bc
RC	5,0±0,1ab	1,1±0,4b	58,3±5,7a	0,7±0,4b	0,4±0,2b	1,8±0,3a	15,4±7,2c
FS	4,7±0,2b	2,9±1,4a	30,6±4,7c	1,0±0,5ab	0,5±0,1ab	1,3±0,1b	33,2±2,7a

pH (potencial hidrogeniônico), P (fósforo), K (potássio), Ca (cálcio), Mg (magnésio), Al (alumínio), MO (matéria orgânica). Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

Em se tratando da matéria orgânica, o maior valor foi observado na área de floresta secundária, e o menor na área de roça tradicional de corte e queima (Tabela 3). Os valores encontrados para os dois sistemas agroflorestais são similares aos de outros estudos sobre atributos químicos do solo em SAF no estado do Pará (COSTA et al., 2023; SILVA et al., 2020). A matéria orgânica desempenha ecofuncionalidades fundamentais para a saúde do solo, sendo um mediador de processos relacionados a estrutura do solo, biodiversidade, ciclagem de nutrientes e complexação de compostos tóxicos (HOFFLAND et al., 2020).

### 4.5.2 Atributos Físicos do Solo

A fração areia predominou nas quatro parcelas estudadas, com valores médios observados para roça tradicional de 606 ( $\pm 42,2$ ) g kg<sup>-1</sup>, sistema agroflorestal de quatro anos de 570 ( $\pm 56,75$ ) g kg<sup>-1</sup>, sistema agroflorestal de um ano de 569 ( $\pm 56,74$ ) g kg<sup>-1</sup> e, floresta secundária de 568,4 ( $\pm 102$ ) g kg<sup>-1</sup>. O maior teor médio da fração argila foi o da área de floresta secundária com 328 ( $\pm 54,9$ ) g kg<sup>-1</sup> e o menor foi o da área de sistema agroflorestal de quatro anos, com média de 274,44 ( $\pm 97,54$ ) g kg<sup>-1</sup>. Desse modo, a granulometria observada nos solos reflete diversas classes texturais, com predominância da média argilosa, conforme se apresenta na Figura 14.



**Figura 14** - Triângulos texturais de solos das parcelas: (A) sistema agroflorestal de um ano (SAF1), (B) sistema agroflorestal de quatro anos (SAF4), (C) roça tradicional de corte e queima (RC) e (D) floresta secundária (FS). Classes texturais: MA: muito argilosa, A: argilosa, S: siltosa, MeS: média siltosa, MeA: média argilosa, MeAr: média arenosa, ArMe: arenosa média e, MAr: muito arenosa.

A densidade do solo variou entre as parcelas estudadas, conforme a análise estatística aplicada nesse estudo, e, em todos os sistemas de uso, verificou-se que ao aprofundar no perfil do solo obteve-se valores médios maiores para densidade do solo (Tabela 4). A menor média

foi observada na parcela de floresta secundária, o que sugere que esse sistema tem a melhor qualidade física entre as áreas estudadas.

**Tabela 4** - Densidade do solo em diferentes sistemas de uso da terra: sistema agroflorestal de um ano (SAF1), sistema agroflorestal de quatro anos (SAF4), roça tradicional de corte e queima (RC) e florestal secundária (FS).

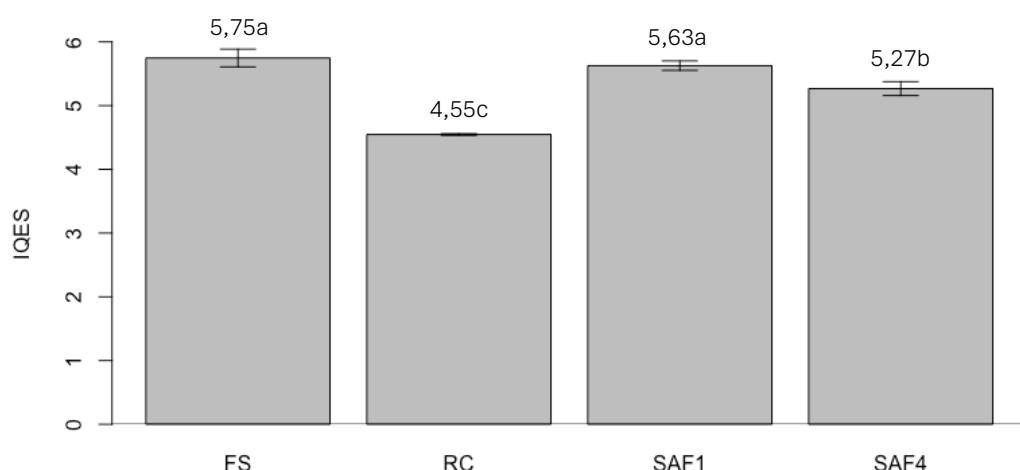
Profundidade	SAF1	SAF4	RC	FS
	$\text{g cm}^{-3}$			
0-10cm	$0,96 \pm 0,03\text{bc}$	$1 \pm 0,01\text{b}$	$1,12 \pm 0,04\text{a}$	$0,89 \pm 0,02\text{c}$
10-20cm	$1,05 \pm 0,3\text{bc}$	$1,09 \pm 0,02\pm\text{b}$	$1,22 \pm 0,03\text{a}$	$0,99 \pm 0,02\text{c}$
20-30cm	$1,16 \pm 0,02\text{b}$	$1,19 \pm 0,03\text{ab}$	$1,30 \pm 0,03\text{a}$	$1,09 \pm 0,04\text{b}$

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

As parcelas de sistema agroflorestal de um ano e a floresta secundária mostram médias de densidade muito próximas em todas as profundidades, o que indica que o manejo ecológico adotado tem contribuído para melhoria da estrutura física do solo. O sistema agroflorestal de quatro anos ficou em uma posição intermediária entre a floresta secundária (melhor desempenho para densidade do solo) e a roça (pior desempenho para a densidade do solo).

A área de roça teve médias de densidade maior em todas as profundidades observadas no estudo. Desse modo pode-se inferir que o manejo adotado compromete a qualidade física do solo para esse sistema de uso. A densidade do solo é um importante indicador da qualidade física do solo porque está diretamente relacionada a porosidade do solo, tendo uma relação inversamente proporcional. Quanto menor a densidade do solo, maior é a porosidade e, quanto maior a densidade do solo, menor a porosidade (FERREIRA, 2010). Solos com maior densidade podem limitar o sistema radicular das plantas (SILVA et al., 2010; TORMENA et al., 2002).

A avaliação visual do solo, a partir do Índice de Qualidade Estrutural do Solo (IQES), demonstrou que SAF1 apresentava uma estrutura de solo próxima ao da floresta secundária e os demais sistemas diferiram significativamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) (Figura 15). Conforme a escala estabelecida por Ralisch et al. (2017) as médias das notas observadas para FS e SAF1 indicam que a estrutura do solo em ambos os sistemas é boa.



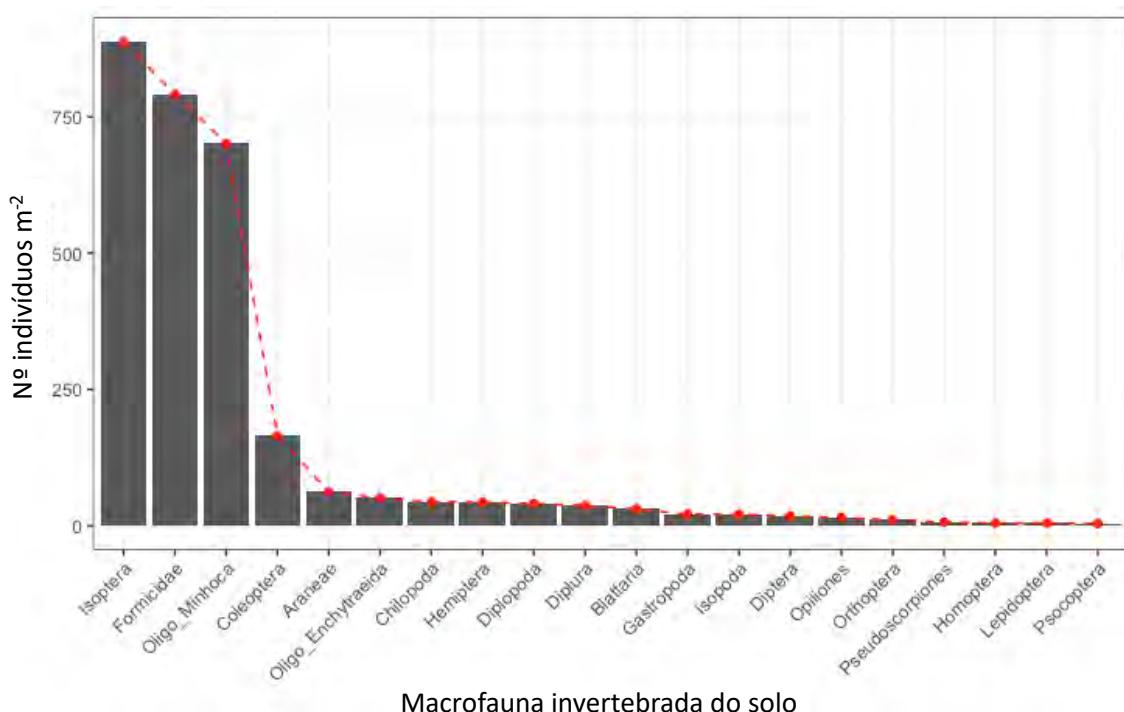
**Figura 15** – Índice de Qualidade Estrutural do Solo (IQES) em áreas de floresta secundária (FS), roça tradicional de corte e queima (RC) e sistema agroflorestal de um (SAF1) e sistema agroflorestal de quatro anos (SAF4). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si de acordo com teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

O solo do sistema RC foi que obteve a menor média do IQES alertando que é preciso melhorar o sistema de manejo, com o enriquecimento de matéria orgânica a partir da implantação de espécies arbóreas. Nesse caso, requer modificar o sistema tradicional baseado no corte e queima e a adoção de sistemas diversificados com alta capacidade de aporte de fitomassa aérea e raízes e seja adotado o manejo ecológico do solo.

A menor nota de IQES para a roça, pode estar relacionada a exposição do solo às intempéries climáticas após a queimada. Com a prática do corte e queima diminui-se drasticamente a quantidade de espécies vegetais na área, refletindo-se na quantidade e qualidade da matéria orgânica, como observado na Tabela 3 em que a área de roça é apresentada como a que teve a menor concentração de matéria orgânica.

#### 4.5.3 Macrofauna Invertebrada do Solo

Térmitas, formigas e minhocas foram os grupos da macrofauna do solo de maior destaque, com abundância, respectivamente, de 888, 791 e 701 indivíduos (Figura 16). Esses organismos são importantes indicadores de saúde do solo, sendo considerados “engenheiros do ecossistema” por cumprir importantes funções como fragmentação e incorporação da matéria orgânica ao solo, favorecendo a atuação dos microrganismos na decomposição (CEZAR et al., 2015; LAVELLE et al., 2016). Ainda, as minhocas produzem estruturas biogênicas, que favorecem processos como estimulação da atividade microbiana, melhoria da estrutura do solo e dinâmica da matéria orgânica (JOUQUET et al., 2014).



**Figura 16** - Abundância de grupos taxonômicos totais da macrofauna edáfica em diferentes agroecossistemas quilombolas da Comunidade Oxalá de Jacunday, Moju, Pará.

Os valores da densidade (número de indivíduos  $m^{-2}$ ) mostram diferenças significativas para os quatro sistemas de uso da terra (Tabela 5), em que a floresta secundária e o SAF1 apresentaram as maiores densidades de indivíduos. A roça tradicional de corte e queima e o sistema agroflorestal (SAF4) baseado no uso de insumos sintéticos tiveram os menores valores. O sistema RC não apresentou alguns grupos tais como os decompositores Diplopoda, Diplura

e minhocas da família Enchytraeidae, bem como os predadores da Ordem Chilopoda, reflexo do menor teor de matéria orgânica (Tabela 3), que representa fonte de alimento e abrigo para os organismos do solo e da mesma maneira foram, muito provavelmente, impactados pelo fogo.

**Tabela 5** - Densidade (número de indivíduos m<sup>-2</sup>) e diversidade de grupos macrofauna invertebrada do solo nos sistemas de uso sistema agroflorestal de um ano (SAF1), sistema agroflorestal de quatro anos (SAF4), roça tradicional de corte e queima (RC) e floresta secundária.

Grupo Taxonômico	SAF1		SAF4		RC		FS	
	Nº Ind. m <sup>-2</sup>	EP*	Nº Ind. m <sup>-2</sup>	EP	Nº Ind. m <sup>-2</sup>	EP	Nº Ind. m <sup>-2</sup>	EP
	n=9		n=9		n=9		n=9	
Araneae	8c	±0,43	10c	±0,37	18b	±0,22	26a	±0,48
Chilopoda	14b	±0,28	13b	±0,32	0	-	17a	±0,37
Coleoptera	43b	±0,90	21c	±0,44	61a	±0,73	40b	±0,97
Diplopoda	12b	±0,44	12b	±0,35	0	-	17a	±0,25
Diplura	21a	±0,74	4c	±0,17	0	-	12b	±0,27
Formicidae	209b	±3,43	80c	±1,93	225b	±2,66	277a	±3,85
Hemiptera	6ns	±0,35	8ns	±0,33	19ns	±1,01	10ns	±0,19
Isoptera	163c	±4,14	142c	±1,65	255b	±4,34	358a	±1,95
Oligochaeta (Enchytraeidae)	18b	±0,94	2c	±0,14	0	-	31a	±1,07
Oligochaeta (Outras Minhucas)	280a	±4,09	164b	±3,14	135c	±2,26	122c	±0,72
Outros Macroinvertebrados	34b	±1,10	16c	±0,47	17c	±0,86	71a	±0,47
Total (Nº Ind. m <sup>-2</sup> )	808b	±27,80	472c	±16,86	730b	±27,29	981a	±34,18
Riqueza Total	18		17		10		20	
Riqueza Média	9,75b		9,5b		6,88c		15,66a	
Índice de Shannon	1,80		1,75		1,57		1,91	

\*Erro Padrão (EP). Letras diferentes na mesma linha significam diferenças estatísticas entre os sistemas de uso da terra ( $p < 0,05$ ); ns: não significativo.

O sistema florestal, como esperado, apresentou maior riqueza média e de índice de diversidade de Shannon. Já os sistemas SAF1 e SAF4, embora não apresentaram diferença significativa entre si, em relação à riqueza média, eles apresentaram índice de Shannon similares e maiores do que o RC.

Os sistemas de uso da terra SAF1 e SAF4 promovem maior cobertura do solo e, no caso dos sistemas agroflorestais, o manejo de podas e de restos de culturas vegetais fornece alimento aos organismos do solo (PINHO et al., 2012). Por isso, esse modelo de sistema agrícola é amplamente defendido, porque promove maior produção de biomassa vegetal, possibilitando estabelecer ambientes favoráveis à colonização por organismos invertebrados, contribuindo para ampliação de processos ecológicos e a sustentabilidade dos sistemas de produção (BRUSSAARD; RUITER; BROWN, 2007; MUCHANE et al., 2020; PINHO; MILLER; ALFAIA, 2012; TAHAT et al., 2020). Em estudo realizado por Duran-Bautista et al. (2023) na Amazônia colombiana foi demonstrado que sistemas agroflorestais com maior complexidade estrutural e composição botânica fomentam riqueza e diversidade de macroinvertebrados edáficos.

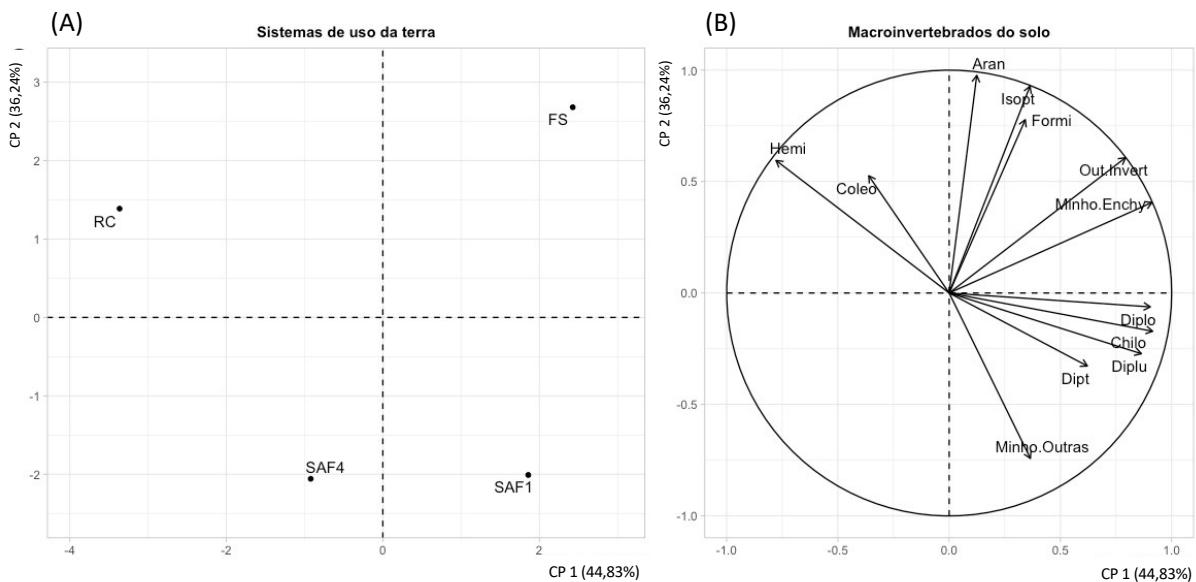
No grupo das minhocas, a espécie *Pontoscolex corethrurus* (Müller, 1857), apresentou maior dominância nas áreas agrícolas, isso ocorreu porque estas aproveitam as condições criadas pelas práticas de manejo que alteram o habitat natural de espécies nativas, adaptadas a condições florestais (MARICHAL et al., 2010; RAPOSO BARROS et al., 2023). Estudos realizados com essa espécie evidenciam o potencial de compactação que ela ocasiona aos solos (HALLAIRE et al., 2000). Mas há registros das contribuições da *P. corethrurus* na melhoria de produção de plantas, em experimentos realizados com a cultura do arroz. Trap et al. (2021) observaram que essa espécie de minhoca contribuiu com o aumento de +26% da parte aérea da gramínea e a nutrição de fósforo foi +65%.

O grupo Enchytraeidae foi significativamente afetado pelos sistemas de uso da terra ( $p<0,001$ ), sendo mais abundante nas áreas de florestas secundárias e no sistema agroflorestal que não usou fertilizante sintético, e sem registro no sistema de roça tradicional de corte e queima (Tabela 5).

Araneae e Coleoptera apresentaram diferenças significativas nos diferentes tipos de uso da terra. Para o primeiro grupo as áreas de roça e floresta apresentaram maior densidade, já o segundo grupo apresentou maior densidade nas áreas de roça, com destaque para a família Staphylinidae.

#### **4.5.4 Análise de Componentes Principais**

Na análise dos componentes principais para os macroinvertebrados do solo considerou-se os dois primeiros componentes principais (CP), pois juntos eles explicam 81% da variabilidade total dos dados (Figura 17). O CP1 separou o FS dos demais sistemas de uso da terra, isso se deve, provavelmente, porque nesse sistema de uso da terra foi observado o melhor desempenho para a riqueza e diversidade de espécies. Os grupos de térmitas, formigas e Enchytraeidae foram os que mais contribuíram para isso.

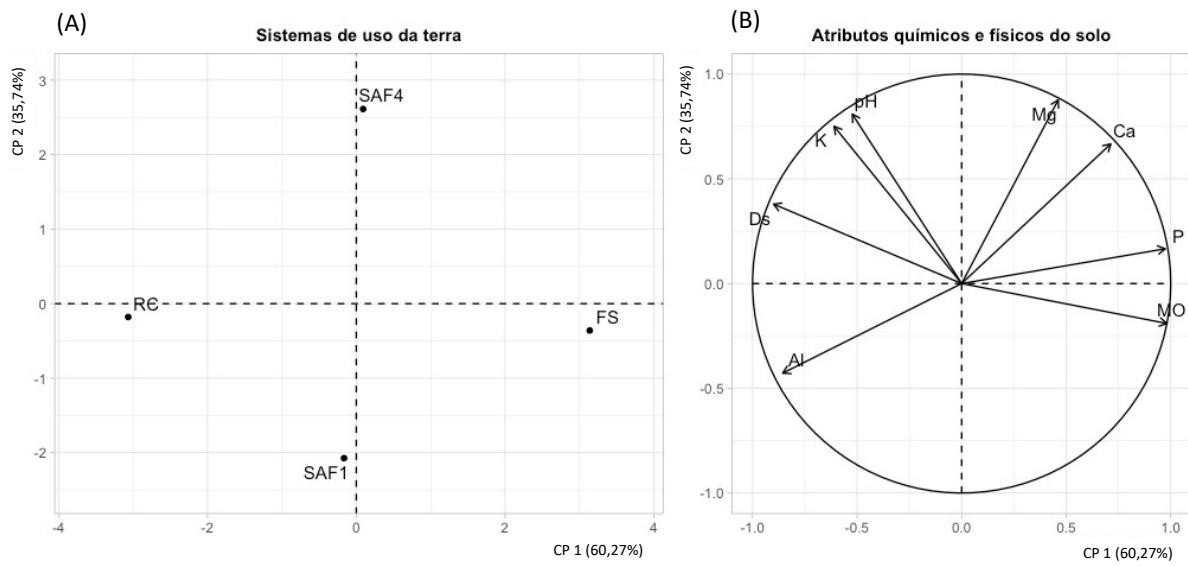


**Figura 17** - Análise dos componentes principais para macroinvertebrados do solo em diferentes sistemas de uso da terra na Comunidade de Oxalá de Jacunday, Moju, PA. (A) sistemas de uso da terra: roça tradicional de corte e queima (RC), sistema agroflorestal de um ano (SAF1), sistema agroflorestal de quatro anos (SAF4) e, floresta secundária (FS). (B) macroinvertebrados edáficos: Heminóptera (Hemi), Coleoptera (Coleo), Araneae (Aran), Isoptera (Isopt), formigas (Formi), minhoca Enchytraeidae (Minho.Enchy), Diplopoda (Diplo), outras minhocas (O.Minho), Diplura (Diplu), Díptera (Dipt), Chilopoda (Chilo) e, outros invertebrados (Out.Invert).

Para o SAF1 os grupos da macrofauna invertebrada do solo que mais contribuíram foram Diplopoda, Chilopoda, Diplura e outras minhocas. Esse sistema teve desempenho muito próximo do sistema de floresta secundária como analisado na seção anterior. Assim, pode-se inferir que o manejo adotado contribui para manutenção de características similares ao observado em ambiente natural.

O SAF4 teve desempenho intermediário entre o SAF1 e a RC, apesar de ter apresentado riqueza e diversidade próximas ao sistema agroflorestal de manejo ecológico a abundância foi baixa. Para o sistema RC a maior contribuição foi de Heminoptera e Coleoptera, com baixa diversidade de organismos.

Na análise de componentes principais para atributos químicos e físicos, o CP1 e CP2 explicaram 96% da variabilidade total dos dados, conforme se observa na Figura 18. Verificou-se que o CP1 separou o SAF4, isso porque ele obteve valores maiores na avaliação da fertilidade do solo em relação aos demais sistemas. A explicação para isso pode estar na adoção de adubação baseada em fertilizantes minerais.



**Figura 18** - Análise dos componentes principais para atributos químicos e físicos do solo em diferentes sistemas de uso da terra na Comunidade de Oxalá de Jacunday, Moju, PA. (A) sistemas de uso da terra: roça tradicional de corte e queima (RC), sistema agroflorestal de um ano (SAF1), sistema agroflorestal de quatro anos (SAF4) e, floresta secundária (FS). (B)atributos químicos e físicos do solo: densidade do solo (Ds), potencial hidrogeniônico (pH), potássio (K), alumínio (Al), fósforo (P), magnésio (Mg), cálcio (Ca), matéria orgânica (MO).

A análise dos componentes principais permite inferir que os sistemas de uso da terra SAF1 e FS tiveram o melhor desempenho do ponto de vista da saúde do solo a partir dos indicadores utilizados. A RC e o SAF4 tiveram o menor desempenho para a maioria dos indicadores. Assim, as práticas de manejo adotadas tiveram influência sobre a saúde do solo porque em SAF1 e FS tiveram maior aporte de matéria orgânica que contribuiu para alimentação dos organismos do solo e, consequentemente, aumentou a biodiversidade. As menores diversidades de organismos foram observadas nos sistemas RC e SAF4, no caso da roça o uso do fogo pode ser a principal explicação, enquanto no segundo sistema pode estar relacionado ao uso de fertilizantes sintéticos.

## **4.6 CONCLUSÕES**

Os indicadores escolhidos neste estudo foram sensíveis as práticas dos agricultores quilombolas. A matéria orgânica, a densidade do solo, a estrutura do solo e os macroinvertebrados variaram em função das práticas dos agricultores. O sistema agroflorestal implantado a partir do enriquecimento da capoeira e com adoção de manejo ecológico teve valores próximos ao da floresta secundária para todos os indicadores utilizados.

O SAF4 na maioria das vezes apresentou valor intermediário entre o RC e o SAF1. Apenas no caso da caracterização química que se destacou em decorrência do método de adubação.

Os valores encontrados para roça sinalizam que a continuidade da retirada da cobertura vegetal do solo com cortes rente ao solo e o uso do fogo ao longo prazo, pode prejudicar a estrutura do solo e isso está relacionado a diminuição da matéria orgânica e consequentemente da biodiversidade dos organismos do solo.

## **5 CAPÍTULO III**

### **CO-CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTOS RELACIONADOS À SAÚDE DO SOLO EM AGROECOSSISTEMAS FAMILIARES QUILOMBOLAS**

## **5.1 RESUMO**

Neste capítulo, analisa-se o processo de construção de conhecimentos sobre saúde do solo na Comunidade Quilombola Oxalá de Jacunday, Moju, Pará. Partiu-se do princípio do diálogo de saberes na construção coletiva da pesquisa-desenvolvimento, por meio da implantação de sistemas agroflorestais. Foram realizadas análises de solo e os resultados compartilhados em oficinas, a fim de aproximar o conceito de fertilidade do solo na ciência com a percepção local sobre saúde do solo. Também, realizou-se oficinas de construção do sistema de monitoramento da saúde do solo, a partir dos indicadores locais. A quantidade de biomassa produzida, em uma dada área, foi o principal indicador informado pelos participantes. Isso está relacionado à noção de gestão da fertilidade, baseado nos sistemas de corte e queima. A metodologia utilizada permitiu construir espaços de trocas de saberes; bem como ressignificar a percepção dos envolvidos sobre o solo como um componente vivo na paisagem.

**Palavras-chave:** Diálogo de saberes. Práticas de manejo do solo. Metodologias participativas; Comunidades quilombolas. Nordeste Paraense.

## 5.2 ABSTRACT

In this work, we analyze the process of building agroecological knowledge about soil health in the *Quilombola* Community of Oxalá de Jacunday, Moju, Pará. We start from the principle of dialogue of knowledge in the collective construction of research-development, through the implementation of agroforestry systems. Soil analyzes were carried out and the results shared in workshops, to bring the concept of fertility from science closer to the local perception of soil health. We also held workshops to build the soil health monitoring system, based on local indicators. The amount of biomass produced in each area was the main indicator reported by participants. This is related to the notion of fertility management, based on slash, and burn systems. The methodology used allowed us to build spaces for exchanging knowledge; as well as redefining the perception of those involved about the soil as a living component in the landscape.

**Keywords:** Soil quality. Soil management. Local knowledge. Traditional communities and peoples. Amazon.

### **5.3 INTRODUÇÃO**

Neste capítulo, reflete-se sobre processo de co-construção de conhecimentos sobre a saúde do solo, na Comunidade Quilombola Oxalá de Jacunday, Moju, PA. Para tanto, buscou-se a compreensão dos sentidos das ações de agricultoras e agricultores quilombolas, no processo de implantação no local de sistemas agroflorestais, atividade iniciada em 2018.

A implantação de sistemas agroflorestais na comunidade, teve como objetivo fazer frente aos desafios produtivos, da crise dos sistemas de corte e queima, vivenciada pela comunidade. Essa crise, não é nova e acontece em todo a região do Nordeste Paraense (HURTIENNE, 2005). Ela se caracteriza pela diminuição do tempo de pousio que tem por consequência queda na produtividade, surgimento de problemas fitossanitários, diminuição de renda e insegurança alimentar.

O sistema de corte e queima pressupõe a rotação de áreas cultivadas com longos tempos de pousio (PEDROSO JR. et al., 2008). No entanto, a expansão de atividades como a pecuária, a monocultura do dendêzeiro e a forte especulação de terra (SILVA; NAVEGANTES-ALVES, 2017), tem contribuído para a diminuição das áreas historicamente utilizadas pelas famílias tradicionais na região.

Nos diálogos iniciais para pensar com a comunidade como a universidade poderia contribuir com as ações locais, aparecia a preocupação com o fato da terra estar “fraca”. Assim, foram iniciados estudos sobre as práticas de manejos e os impactos dessas sobre a saúde do solo. Para a condução do estudo adotaram-se como princípios a participação e o diálogo de saberes.

Nesse sentido, construiu-se como estratégia de pesquisa e desenvolvimento um projeto visando levantar dados sobre as condições dos agroecossistemas e promover formações sobre práticas de manejo sustentável do solo. A grande preocupação dos agricultores estava relacionada à fertilidade do solo, isso porque nos últimos anos observavam a queda na produtividade dos cultivos, em especial da mandioca, que historicamente ocupou o lugar de principal atividade produtiva da comunidade.

Diante desse cenário as questões de pesquisa que instigavam eram como co-construir conhecimento sobre a saúde do solo? Como promover o diálogo de saberes e produzir uma tese a partir dessa experiência? Assim, o objetivo deste capítulo é analisar como se deu esse processo de co-construção do conhecimento da saúde do solo na Comunidade Quilombola Oxalá de Jacunday, Moju, Pará.

## 5.4 ASPECTOS METODOLÓGICOS

A Comunidade Quilombola Oxalá de Jacunday é composta um total de 150 famílias, que ocupam uma área de 1.701 hectares, reconhecida pelo Instituto de Terras do Pará (ITERPA) desde 2006 como comunidade tradicional. As famílias estão nesse território há mais de 150 anos, como relatam os mais idosos, que, assim como seus pais, nasceram nessa comunidade.

A pesquisa sobre os indicadores locais da saúde do solo foi desenvolvida no ano de 2023 com a realização de entrevistas, oficinas e a composição de etnoindicadores da saúde do solo, como se descreve a seguir. Entretanto, o autor desta tese acompanha essa comunidade desde 2018 no processo de implantação de sistemas agroflorestais.

A metodologia adotada teve como princípio o diálogo de saberes e a participação. Buscou-se o envolvimento dos agricultores familiares quilombolas, compreendendo os desafios e partindo de questões concretas para pensar os caminhos possíveis de seguir com as ações de pesquisa e desenvolvimento. Esse tipo de pesquisa, pressupõe que “fazendo é que se aprende”. Também, os diálogos tomaram como referências as orientações de Paulo Freire (1977), a partir de suas contribuições sobre a ação dialógica, no sentido de que o conhecimento construído sobre a saúde do solo fosse resultado da transformação dos conhecimentos científicos no encontro com os conhecimentos locais acerca dos seus agroecossistemas.

A saúde do solo foi estudada de forma integrada com os agricultores quilombolas, a fim de identificar as percepções sobre o recurso solo e os sentidos dados as práticas de manejo. Para tanto, utilizou-se, com adaptações, o “Guia Metodológico para Integração Participativa de Conhecimentos sobre Indicadores de Qualidade do Solo” elaborado por Barrios, Coutinho e Medeiros (2008). As principais ferramentas propostas foram a construção do espaço participativo que envolveu a realização de oficinas formativas sobre as funções do solo e serviços ecossistêmicos; levantamento de etnoindicadores da saúde do solo; a integração de indicadores locais e acadêmicos e; reflexão sobre estratégias integradas de manejo da fertilidade do solo.

A escolha desse guia se deu porque ele apresenta um conjunto de ferramentas que permite a integração do conhecimento dos agricultores sobre a saúde do solo e seu manejo, com o conhecimento acadêmico. Calixto (2015) aplicou a metodologia, e argumenta que o conjunto de instrumentos de pesquisa apresentado pelo método permite identificar e sistematizar, de forma dialógica com os atores locais, etnoindicadores de saúde do solo para refletir sobre as estratégias de manejo dos agroecossistemas.

Foram também realizadas entrevistas com os agricultores a fim de levantar as percepções acerca da saúde do solo. Nos roteiros constavam perguntas sobre: Como ocorria a escolha das áreas para plantio? As características observadas? Como saber se uma área está no ponto de roça? Quais os principais tipos de solo na comunidade? Todos os depoimentos foram organizados em categorias como critérios para escolha de áreas para plantio, características de ponto de roça e tipos de solos.

## 5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.5.1 Oficina Olhar o Solo e Perceber suas Características

Para a realização dessa oficina partiu-se da compreensão de que era necessário compartilhar com os agricultores os processos de formação do solo (BARRIOS; TREJO, 2003) e os nutrientes necessários para o crescimento e desenvolvimento das plantas (TITTONELL; MISIKO; EKISE, 2008). Assim, antes de discutir propriamente os resultados das análises, buscou-se estudar coletivamente o solo. Para isso foram realizados dias de campo (Figura 19), quando foram abertas mini trincheiras e dialogou-se sobre as características observadas, e como elas eram resultados de um longo processo de atuação de vários fatores, desde como a rocha foi transformada pela ação das chuvas, temperatura, vento, da posição no relevo e da ação de diversos organismos que vivem no solo (os que o olho humano vê e os que não são visíveis a olho nu), ao longo do tempo.



**Figura 19** — Dia de campo na Comunidade de Oxalá de Jacunday, Moju, PA: (A) escolhendo a área da mini trincheira; (B) conversando sobre as propriedades texturais do solo; e (C) presença de raízes e minhocas no agregado do solo. Fotos: Edfranklin Moreira da Silva (2023)

Em outro momento, de posse dos resultados das análises da fertilidade química dos solos, iniciou-se a decodificação dos parâmetros analisados e valores obtidos. Para isso, produziu-se um material simples com algumas informações como os símbolos que representavam os nutrientes, um quadro de referência com alguns macronutrientes (potássio, fósforo, cálcio, magnésio), matéria orgânica, acidez e alumínio.

Esse material apoiou o diálogo sobre níveis baixo, médio e alto, de forma que cada um fosse olhando as análises de seus solos e construindo perguntas para o debate. Discutiu-se ainda a importância da matéria orgânica do solo e fizeram-se inferências sobre o nível de nitrogênio a partir dela.

### 5.5.2 Oficina Indicadores Locais da Saúde do Solo

No processo de identificação dos possíveis indicadores, os participantes foram divididos em três grupos (Figura 20). Cada grupo recebeu uma lista com 10 perguntas-chave relacionadas aos conhecimentos locais sobre solo, critérios de escolha de áreas, as características observadas do meio biofísico, as diferenças de solo na comunidade, o que era considerada uma terra boa ou ruim, quais critérios os antepassados utilizavam para escolher as áreas de plantio, entre outros. As respostas para essas questões foram organizadas em papel pelos grupos como ideias ou percepções que associavam a “Terra boa” ou “Terra ruim”.

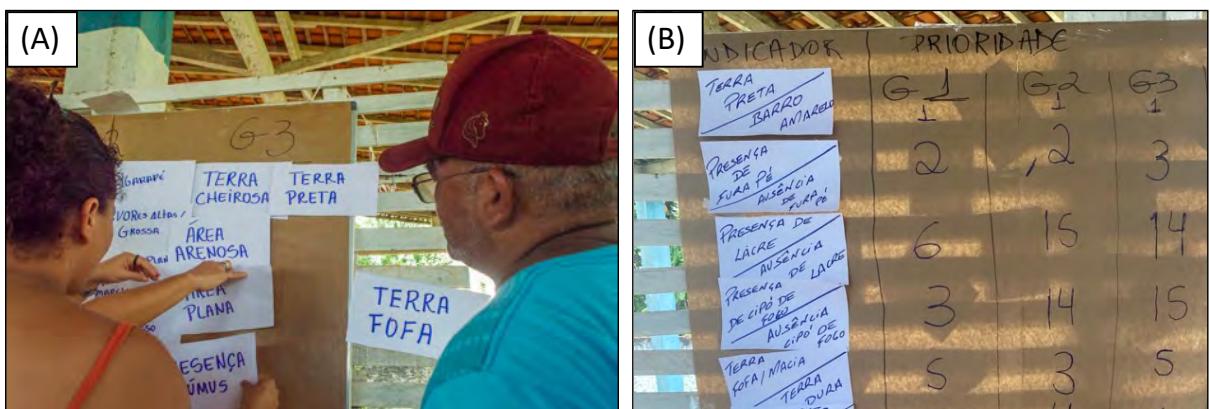


**Figura 20** — Oficina construção de indicadores de saúde do solo: (A) grupos discutindo as questões e fazendo chuva de ideias; (B) socialização dos indicadores locais por grupo; e (C) matriz de priorização dos indicadores. Fotos: Edfranklin Moreira da Silva (2023).

Após a “chuva de ideias” na discussão nos grupos, os participantes anotaram os indicadores escolhidos em cartões. Em seguida, em plenária, um grupo por vez apresentava os indicadores escolhidos e iam colando os cartões no quadro, que estava dividido entre indicadores de terra boa e de terra ruim. Logo depois de cada apresentação, os participantes de todos os grupos comentavam fazendo comparações com os resultados uns dos outros.

Ao final de todas as apresentações, buscou-se uma redução do número de indicadores, de forma que os indicadores locais foram agrupados conforme a característica do solo a qual estavam associados (como cor, por exemplo) ou noção de gestão da fertilidade meio natural local (altura das árvores, grossura dos troncos).

Após fazer os agrupamentos, iniciou-se o processo de síntese em plenária com a participação de todas as equipes. Foram preparados cartões com um traçado diagonal no qual, na parte à esquerda da linha, incluíam-se indicadores locais de terra boa, e na parte à direita do traço eram colocados os indicadores locais de terra ruim (Figura 21).



**Figura 21** – Dinâmica de socialização e sistematização coletiva dos indicadores locais de saúde do solo na Comunidade Oxalá de Jacunday, Moju, PA. (A) agricultores verificando cartões com os indicadores levantados no grupo; (B) Cartões com traçado diagonal dividindo indicadores locais de terra boa e terra ruim.

Foram então produzidas cópias para os três grupos. Depois iniciou-se a etapa de priorização dos indicadores, quando novamente em grupos de trabalho os participantes buscaram consenso sobre a categorização dos cartões em grau de importância: alta, média e baixa. Assim, foram produzidas listas de indicadores locais de saúde do solo, a partir da ordem de priorização de cada coletivo. Em seguida, construiu-se uma matriz de síntese a partir dos resultados das priorizações e por frequência de entrada na matriz se estabeleceu coletivamente o grau de prioridade dos indicadores.

Desse modo, foi construída a ferramenta de indicadores locais da saúde do solo e, ao mesmo tempo, pode-se promover troca de saberes entre agricultoras e agricultores quilombolas,

e a equipe de técnicos. De posse desse conjunto de indicadores, a comunidade passou a possuir um instrumento de monitoramento da saúde dos solos da comunidade, que pode informar sobre os impactos das práticas de manejo adotadas e contribuir para as famílias tomarem decisões com olhar na sustentabilidade de seus sistemas de produção.

### 5.5.3 Classificação Local do Solo

A classificação local do solo foi baseada principalmente na textura e na cor (Tabela 6). Desse modo, estabeleceu-se três diferentes tipos de solos: (1) os arenosos de cor amarela; (2) os barrentos com cores bem claras; e (3) os de piçarra com coloração mais avermelhada. Os solos arenosos, segundo os agricultores entrevistados, são bons para o plantio de mandioca, isso porque as raízes crescem mais, o trabalho para colheita é menos penoso e o apodrecimento dos tubérculos é menor comparado as áreas barrentas, onde a água da chuva acumula porque a infiltração é lenta. Essa classificação local baseada em aspectos morfológicos e físicos associando à aptidão do solo é amplamente registrada na literatura sobre etnopedologia (BARRERA-BASSOLS; ZINCK, 2003; CARMO, et al., 2018).

**Tabela 6 – Classificação local do solo na Comunidade Oxalá de Jacunday, Moju, Pará.**

Tipos de solos	Característica
Solo arenoso de cor amarela	Solo com boa infiltração, por isso bom para produzir mandioca
Solo barrento de cor clara	Solo que no período da chuva é grudento, ruim para plantar mandioca, acumula água e apodrece as raízes
Piçarra de cor avermelhado	Muita presença de pedregulhos, não é bom para a roça

### 5.5.4 Percepções Locais Sobre Saúde do Solo

Foram definidos durante as oficinas 12 indicadores da saúde do solo, os quais são apresentados na Tabela 7, na ordem de grau de importância estabelecida pelos agricultores. Desse modo as terras com a coloração mais escura foram consideradas as terras com melhor saúde, pois elas são mais produtivas e tem mais vida com a presença de minhocas. Entre os indicadores pode-se verificar que os agricultores levam em conta tantas as características de cor, textura e a posição no relevo, bem como também a presença de plantas indicadoras, tanto as que indicam solo ruim, quanto as que indicam solo bom.

As características do solo como cor escura, textura macia e cheiro agradável, em geral, foram associadas pelos agricultores e agricultoras quilombolas a noção de saudável, como relata um agricultor “terra preta é macia e tem cheiro bom” (agricultor, 54 anos).

Entre as plantas indicadoras de solo com saúde ruim, destaca-se o capim furão (*Imperata brasiliensis* Trin.) e o lacre (*Vismia guianensis* (Aubl.) Choisy). Estudos fitossociológicos de plantas invasoras destacam que o capim furão é uma espécie de maior ocorrência em áreas com sistema de corte e queima, entretanto verificam que em áreas trituradas observa-se a redução da densidade dessa espécie (MARQUES et al., 2011). O lacre, por sua vez, é uma planta que apresenta um processo de rebrota agressivo a partir de seu caule lenhoso e raízes (PARREIRA et al., 2023).

O taxizeiro (*Sclerolobium paniculatum* Vogel) foi apontado como um indicador positivo da saúde do solo. Essa espécie arbórea é uma leguminosa, com capacidade de fixação biológica de nitrogênio atmosférico pela simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, que

aumenta a disponibilidade de nutriente para planta. Além disso, o taxizeiro apresenta rápido crescimento e elevada produção de liteira. Por essas características é uma espécie muito utilizada na recuperação de áreas degradadas (SOUZA et al., 2004).

**Tabela 7 - Indicadores da saúde do solo construídos na Comunidade Quilombola de Oxalá de Jacunday, Moju, Pará.**

Prioridade	Indicador	
	Bom	Ruim
1	Terra preta	Barro amarelo
2	Ausência de capim furão	Presença de capim furão
3	Terra fofa/macia	Terra dura
4	Plantas bem desenvolvidas	Plantas mal desenvolvidas
5	Árvores altas e grossas	Árvores baixas e finas
6	Área sem pedra	Área com pedra
7	Com plantas verdes	Com plantas amareladas
8	Terra profunda	Terra rasa
9	Presença de taxizeiro	Ausência de taxizeiro
10	Área plana	Área com declive
11	Terra cheirosa	Terra sem cheiro
12	Ausência de lacre	Presença de lacre

Os indicadores locais da saúde do solo identificados estão relacionados à quantidade de produção de biomassa vegetal de uma dada área de floresta secundária. Assim, uma terra boa para plantar é aquela que possui árvores altas, com tronco grosso e a presença de muita folhagem. Isso está relacionada à noção de ponto de roça, ou seja, o momento ideal para o corte da vegetação, para posterior queima. Esses fatores também foram observados em trabalhos sobre gestão da fertilidade do solo em ambiente natural realizados em outras regiões do estado do Pará (ROCHA; ALMEIDA, 2013; CARMO; SILVA, 2020).

### **5.5.5 Adoção da Roça Sem Fogo e Sistema Agroflorestal: Estratégias de Melhorar a Saúde do Solo**

Neste estudo, verificou-se que o sistema tradicional de corte e queima está em transformação. Foi identificado pelas entrevistas que 17% das famílias da comunidade adotam o sistema de roça sem fogo, ou seja, o preparo de área sem o uso da queima. A vegetação de capoeira é cortada rente ao solo com ferramentas manuais, posteriormente é picotada e mantida na superfície do solo, contribuindo para a manutenção da umidade, evita erosão e fornece alimento para os organismos do solo que fazem a ciclagem do material morto, disponibilizando no solo os nutrientes para as plantas (REGO; KATO, 2018).

A implantação de sistemas agroflorestais na comunidade passou a ser a principal estratégia para o enriquecimento das áreas de capoeiras. Todas as suas áreas de SAFs seguiram estratégias agroecológicas na implantação e condução de roça sem fogo, apesar de, em alguns casos, as famílias usarem fertilizantes sintéticos para adubação buscando retorno a curto prazo.

O sistema agroflorestal na comunidade representa uma estratégia coletiva de produzir a partir do enriquecimento da capoeira sem derrubar todas as espécies florestais e queimar. Assim, inspirados na experiência da comunidade vizinha de São Manoel, um grupo de agricultores e agricultoras locais organizaram intercâmbios em áreas de SAF no município de

Tomé-Açu como já se argumento no Capítulo I desta tese. O resultado dessa ação foi a troca de sementes onde conseguiram sementes de cacau, cupuaçu e estacas de gliricidia que serviram para iniciar os viveiros coletivos.

Assim, a comunidade está aos poucos se apropriando dos sistemas agroflorestais e construindo seus modelos a partir dos aprendizados obtidos em cada experiência realizada. E, a ideia de produzir aliado com a preservação ambiental está se ampliando.

## **5.6 CONCLUSÕES**

A metodologia adotada permitiu a troca de conhecimentos entre os agricultores e a equipe de pesquisa. Além, de permitir identificar que os agricultores quilombolas estão buscando alternativas que garantam a sustentabilidade dos seus agroecossistemas como a adoção da roça sem fogo e os sistemas agroflorestais. Verificou-se que os agricultores identificam que a promoção da produção de biomassa vegetal é uma componente chave para a sustentabilidade de seus agroecossistemas.

No entanto, o que limita a ampliação de práticas sustentáveis são a disponibilidade e as dificuldades de obter recursos como, por exemplo, adquirir sementes e mudas e, também, a limitação da mão de obra. Assim, é fundamental a atuação do poder público local com programas de incentivo a recuperação de áreas degradadas e a adoção por agricultores e agricultoras de práticas de agricultura sustentável.

Acompanhar essa experimentação participativa que surgiu de iniciativa local, facilitou o diálogo na construção de conhecimentos sobre saúde do solo. Mas, o conteúdo acadêmico produzido na ciência do solo, ainda, está distante das demandas locais. Por isso, o desafio no processo de decodificação das análises de fertilidade de solo, precisa ser superado.

Não obstante, destaca-se a importância de socializar o conteúdo científico e a produção de materiais de apoio para oficinas e práticas em campo. Por fim, a experiência desenvolvida nesse estudo promoveu o diálogo de saberes no contexto local, o que deve ser possível para outras realidades e a promoção da agroecologia em territórios ocupados tradicionalmente.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa participativa com os agricultores mostrou que as práticas agrícolas passaram por diversas mudanças devido a fatores tanto internos aos agroecossistemas, quanto fatores externos como pressão por empresas agroindustriais, a abertura de estrada e a política de reconhecimento de territórios tracionais.

O sistema de corte e queima está em declínio, as famílias ao longo do tempo se especializaram na produção de mandioca para a feitura da farinha, enfrentam desafios para manter tal sistema de cultivo. Entretanto, foi possível observar que as práticas agrícolas mudam com a adoção de sistemas agroflorestais. Esses sistemas podem contribuir a sustentabilidade dos agroecossistemas como se observou neste estudo.

Os agricultores adotaram a roça sem fogo e os sistemas agroflorestais como a principal estratégia para fazer frente a crise no sistema de corte e queima. Desse modo, há uma tendência para uma dinâmica do uso da terra baseada nos SAF.

A avaliação da saúde do solo mostrou que as novas práticas de manejo adotadas pelos agricultores e agricultoras mantêm a saúde do solo. Apesar do cultivo do SAF que usou insumos sintéticos ter obtido valores de densidade e diversidade de macrofauna invertebrada, menor que o cultivo do SAF ecológico e a floresta secundária.

Os indicadores adotados mostraram-se eficientes para a avaliação da saúde do solo e podem ser replicados em realidades similares a esse estudo. Assim, como a metodologia de co-construção do conhecimento sobre saúde do solo, essa ferramenta pode ser útil para a extensão rural e políticas públicas de promoção de recuperação de áreas degradadas.

Ficou evidente que alguns resultados só foram possíveis devido o longo processo de aproximação com a comunidade e a construção de relação de confiança. Assim, programas que pretendam fazer ações parecidas com esse estudo, precisam considerar a necessidade de ações mais duradouras. E essas aproximações precisam valorizar o conhecimento local, bem como construir as ações concretas a partir do diálogo de saberes e da efetiva participação da comunidade na idealização e materialização das propostas.

A avaliação da produtividade dos cultivos nos sistemas agroflorestais é um importante indicador que precisa ser considerado. Assim, para a continuidade do estudo iniciado é preciso pensar metodologias para avaliar a produtividade e, para fazer uma análise completa da sustentabilidade desses agroecossistemas é necessário também avaliar os aspectos econômicos.

A construção de indicadores locais de saúde do solo gerou um sistema de monitoramento da saúde do solo baseado nos conhecimentos dos agricultores e das agricultoras quilombolas. A ferramenta construída participativamente é uma tecnologia social que a comunidade pode mobilizar para monitorar os agroecossistemas e tomar decisão sobre a continuidade ou mudanças nas práticas de manejo adotadas.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I.; MONTALBA, R. Technological approaches to sustainable agriculture at a crossroads: An agroecological perspective. *Sustainability (Switzerland)*, v. 9, n. 349, p. 1–13, 2017.
- ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. 3º ed. São Paulo: Expressão Popular, 2012.
- ANDERSON, J. M.; INGRAM, J. S. J. **Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods**. 2 ed. ed. Wallingford: CAB International, 1993.
- ARAÚJO, E. A. DE; KER, J. C.; NEVES, J. C. L.; LANI, J. L. Qualidade do solo: conceitos, indicadores e avaliação. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia*, v. 5, n. 1, 2012.
- BARRERA-BASSOLS, N.; ZINCK, J. A. Ethnopedology: A worldwide view on the soil knowledge of local people. *Geoderma*, v. 111, n. 3–4, p. 171–195, 2003.
- BARRIOS, E.; GEMMILL-HERREN, B.; BICKSLER, A. The 10 Elements of Agroecology: enabling transitions towards sustainable agriculture and food systems through visual narratives. *Ecosystems and People*, v. 16, n. 1, p. 230–247, 2020. Taylor & Francis. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/26395916.2020.1808705>>.
- BARRIOS, E.; TREJO, M. T. Implications of local soil knowledge for integrated soil management in Latin America. *Geoderma*, v. 111, n. 3–4, p. 217–231, 2003.
- BOURGEIOS, A. Une application de la notion de système: l'exploitation agricole. *Agriscope*, v. 1, n. 1, p. 15–31, 1983.
- BRASIL, E. C.; CRAVO, M. DA S.; VIÉGAS, I. DE J. M. **Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará**. 2º ed. Brasília: Embrapa, 2020.
- BROSSIER, J. Système et système de production. *Cahiers des sciences humaines*, v. 23, n. 3–4, p. 377–390, 1987.
- BRUSSAARD, L.; DE RUITER, P. C.; BROWN, G. G. Soil biodiversity for agricultural sustainability. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 121, n. 3, p. 233–244, 2007. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167880906004476>>..
- CARDOSO, I. M.; MUGGLER, C. C.; FÁVERO, C.; MENDONÇA, E. S.; OLIVEIRA, T. S.; LIMA, A. C. R.; CASALINHO, H. D.; FERNANDES, R. B. A. Ressignificar nossas percepções sobre o solo: atitude essencial para manejar agroecossistemas sustentáveis. In: CARDOSO, I. M.; FÁVERO, C. (Orgs.); **Solos e Agroecologia**. p.33–60, 2018. Brasília: Embrapa.
- CARMO, P. S. R.; SILVA, E. M. Gestão da fertilidade do meio natural realizado por agricultores familiares em Cametá, Pará. *Cadernos de Agroecologia*, v. 15, n. 2, p. 1–6, 2020.
- CARMO, V. A. DO; MATOS, L. V.; MANCIO, D.; FREITAS, H. R.; OLIVEIRA, C. V.; CARDOSO, I. M. Etnopedologia: buscando o olhar de quem amanha a terra. In: CARDOSO, I. M.; FÁVERO, C. (Orgs.); **Solos e Agroecologia**. p.159–200, 2018. Brasília: Embrapa.
- CASALINHO, H. D.; LIMA, A. C. R. Integração de conhecimentos na construção de uma metodologia para avaliação da qualidade do solo. In: I. M. Cardoso; C. Fávero (Orgs.); **Solos e agroecologia**. 1º ed, p.201–236, 2018. Brasília: Embrapa.
- CEDDIA, M. B.; GRUNWALD, S.; PINHEIRO, É. F. M.; MIZUTA, K.; CLINGENSMITH, C. M.; FERNANDES, M. M. Applying the Meta Soil Model: The Complexities of Soil and Water Security in a Permanent Protection Area in Brazil. In: FIELD, D. J.; MORGAN, C. L.

- S.; MCBRATNEY, A. B. (Orgs.); **Global Soil Security**. 1º ed, p.331–340, 2017. Cham: Springer International Publishing.
- CEZAR, R. M.; VEZZANI, F. M.; SCHWIDERKE, D. K.; GAIAD, S.; BROWN, G. G.; SEOANE, C. E. S.; FROUFE, L. C. M. Soil biological properties in multistrata successional agroforestry systems and in natural regeneration. **Agroforestry Systems**, v. 89, n. 6, p. 1035–1047, 2015. Springer Netherlands.
- CHAYANOV, A. **La Organización de la unidad económica campesina**. Buenos Aires: Ediciones Nueva Visión, 1974.
- CONCEIÇÃO, M. F. C. Reprodução social da agricultura familiar: um novo desafio para sociedade agrária do Nordeste Paraense. In: J. HÉBETTE; S. B. MAGALHÃES; M. C. MANESCHY (Orgs.); **No mar, nos rios e na fronteira: faces do campesinato no Pará**. p.133–171, 2002. Belém: ed.ufpa.
- COSTA, L. R. J.; MATOS, G. S. B.; GOMES, M. F.; KATO, O. R.; CASTELLANI, D. C.; GUEDES, R. S.; VASCONCELOS, S. S. Soil fertility in oil palm agroforestry systems in the Eastern Amazon, Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 97, n. 5, p. 865–881, 2023. Springer Science and Business Media B.V. Disponível em: <<https://link.springer.com/10.1007/s10457-023-00832-4>>.
- CUENIN, P. H. C. M.; BOTELHO, M. I. V.; SANTOS, D. S. DO C.; OLIVEIRA, M. L. R. DE; CARDOSO, I. M. A transição para um sistema agroalimentar mais sustentável: o papel da Agroecologia e suas mudanças epistemológicas. (DONAZZOLO, J. Org.) **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 14, n. 2, p. 22–34, 2019. Disponível em: <<http://revistas.abagroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/view/22946>>.
- DOMÍNGUEZ, A.; ESCUDERO, H. J.; RODRÍGUEZ, M. P.; ORTIZ, C. E.; AROLFO, R. V.; BEDANO, J. C. Agroecology and organic farming foster soil health by promoting soil fauna. **Environment, Development and Sustainability**, 2023. Springer Science and Business Media B.V. Disponível em: <<https://link.springer.com/10.1007/s10668-022-02885-4>>.
- DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: J. W. DORAN; D. C. COLEMAN; D. F. BEZDICEK; B. A. STEWARD (Orgs.); **Defining soil quality for a sustainable environment**. 35º ed, p.3–21, 1994. Madison: Soil Science Society of America (SSSA). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2136/sssaspecpub35.c1>>.
- DUFUMIER, M. **Les projets de développement agricole: manuel d'expertise**. 1º ed. Paris: CTA-KARTHALA, 1996.
- DURAN-BAUTISTA, E. H.; ANGEL-SANCHEZ, Y. K.; BERMÚDEZ, M. F.; SUÁREZ, J. C. Agroforestry systems generate changes in soil macrofauna and soil physical quality relationship in the northwestern Colombian Amazon. **Agroforestry Systems**, v. 97, n. 5, p. 927–938, 2023. Springer Science and Business Media B.V. Disponível em: <<https://link.springer.com/10.1007/s10457-023-00838-y>>.
- ELLIS, F. **Rural livelihoods and diversity in developing countries**. 1º ed. Oxford: Oxford University Press, 2000.
- ESBJÖRN-HARGENS, S.; WILBER, B.; ZIMMERMAN, M. E. An overview of integral ecology: a comprehensive approach to today's complex planetary issues. **Integral Institute-Resource Paper**, , n. 2, p. 1–14, 2009.
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. **Sistematización de prácticas de conservación de suelos y aguas con enfoque de adaptación**

**al cambio climático.** Metodología basada en WOCAT para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile, 123 pp. 2014.

FAO, Organizaçāo das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. **FAO apoia plano de impulso à agricultura familiar na América Latina e Caribe.** 2019. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/fao-apoia-plano-de-impulso-a-agricultura-familiar-na-america-latina-e-caribe/> Acesso em: 27 set. 2019.

FELIZARDO, A. O.; ROCHA, C. G. S. A Diversidade De Práticas Produtivas De Famílias Agroextrativistas Na Amazônia. **Nova Revista Amazônica**, v. 8, n. 3, p. 95, 2020.

FERREIRA, M. M. Caracterização física do solo. In: Q. de J. van Lier (Org.); **Física do solo.** 1º ed, p.1–28, 2010. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

FREIRE, M. M.; BARBOSA, M. J. Organizaçāo familiar e estratégias de melhoria de renda em Guajará Mirí. In: M. J. BARBOSA; E. FARID; A. L. SOUZA; B. S. M. ESPÍNOLA; K. F. CARVALHO (Orgs.); **Universidade, comunidade e associativismo: experiências de extensão, pesquisa e ensino na ITCPES da UFPA.** 1º ed, p.271–309, 2012. Belém: ICSA/UFPA.

FREIRE, P. **Extensão ou Comunicação?** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1977.

GARCIA JR., A. R. **O Sul: caminho do roçado: estratégias de reprodução camponesa e transformação social.** 1º ed. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 1989.

GLIESSMAN, S.; FRIEDMANN, H.; H. HOWARD, P. Agroecology and Food Sovereignty. **IDS Bulletin**, v. 50, n. 2, 2019. Disponível em: <<https://bulletin.ids.ac.uk/idsbo/article/view/3038>>.

GRUNWALD, S.; MIZUTA, K.; CEDDIA, M. B.; PINHEIRO, E. F. M.; WILCOX, R. K. K.; GAVILAN, C. P.; ROSS, C. W.; CLINGENSMITH, C. M. The Meta Soil Model: An Integrative Multi-model Framework for Soil Security. In: FIELD, D. J.; MORGAN, C. L. S.; MCBRATNEY, A. B. (Orgs.); **Global Soil Security**, Progress in Soil Science. 1º ed, p.305–317, 2017. Cham: Springer International Publishing. Disponível em: <[http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-43394-3\\_27](http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-43394-3_27)>.

GUHUR, D.; SILVA, N. R. DA. Epistemologia da agroecologia. In: DIAS, A. P.; STAUFFER, A. DE B.; MOURA, L. H. G. DE; VARGAS, M. C. (Orgs.); **Dicionário de agroecologia e educação.** 1º ed, p.394–403, 2021. São Paulo: Expressão Popular.

HALLAIRE, V.; CURMI, P.; DUBOISSET, A.; LAVELLE, P.; PASHANASI, B. Soil structure changes induced by the tropical earthworm Pontoscolex corethrurus and organic inputs in a Peruvian ultisol. **European Journal of Soil Biology**, v. 36, n. 1, p. 35–44, 2000.

HARRIS, J. A.; EVANS, D. L.; MOONEY, S. J. A new theory for soil health. **European Journal of Soil Science**, v. 73, n. 4, 2022. John Wiley and Sons Inc. Disponível em: <<https://bsssournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ejss.13292>>.

HEREDIA, B. M. A. DE. **A morada da vida: trabalho familiar de pequenos produtores do Nordeste do Brasil.** 1º ed. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 1979.

HOFFLAND, E.; KUYPER, T. W.; COMANS, R. N. J.; CREAMER, R. E. Eco-functionality of organic matter in soils. **Plant and Soil**, v. 455, n. 1–2, p. 1–22, 2020. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. Disponível em: <<https://link.springer.com/10.1007/s11104-020-04651-9>>.

HOFFMANN, M. V.; OLIVEIRA, I. C. S. Entrevista não-diretiva: uma possibilidade de abordagem em grupo. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 62, n. 6, p. 923–927, 2009.

HURTIENNE, T. P. Agricultura familiar e desenvolvimento rural sustentável na Amazônia. **Novos Cadernos NAEA**, v. 8, n. 1, p. 19–71, 2005. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/47>>.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico**. 2022.

JANZEN, H. H.; JANZEN, D. W.; GREGORICH, E. G. The ‘soil health’ metaphor: Illuminating or illusory? **Soil Biology and Biochemistry**, v. 159, p. 108167, 2021. Elsevier Ltd. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0038071721000390>>.

JOUQUET, P.; BLANCHART, E.; CAPOWIEZ, Y. Utilization of earthworms and termites for the restoration of ecosystem functioning. **Applied Soil Ecology**, jan. 2014.

KARLEN, D. L.; MAUSBACH, M. J.; DORAN, J. W.; CLINE, R. G.; HARRIS, R. F.; SCHUM, G. E. Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation. **Soil Science Society of America Journal**, v. 61, p. 4–10, 1997.

KUNDE, R. J.; LIMA, A. C. R. DE; SILVA, J. L. S.; VALGAS, R. A.; KOHLER, T. W.; PILLON, C. N. Qualidade física, química e biológica de um Neossolo Litólico sob integração lavoura-pecuária no Bioma Pampa. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. 1–20, 2020.

LABELLE, P.; MATHIEU, J.; SPAIN, A.; BROWN, G.; FRAGOSO, C.; LAPIED, E.; AQUINO, A.; BAROIS, I.; BARRIOS, E.; BARROS, M. E.; BEDANO, J. C. BLANCHART, E.; CAULFIELD, M.; CHAGUEZA, Y.; DAI, J.; DECAËNS, T.; DOMINGUEZ, A.; DOMINGUEZ, Y.; FEIJOO, A.; FOLGARAIT, P.; FONTE, S. J.; GOROSITO, N.; HUERTA, E.; JIMENEZ, J. J.; KELLY, C.; LORANGER, G.; MARCHÃO, R.; MARICHAL, R.; PRAXEDES, C.; RODRIGUEZ, L.; ROUSSEAU, G.; ROUSSEAU, L.; RUIZ, N.; SANABRIA, C.; SUAREZ, J. C.; TONDOH, J. E.; VALENÇA, A.; VANEK, STEVEN J. VASQUEZ, J.; VELASQUEZ, E.; WEBSTER, E.; ZHANG, C. Soil macroinvertebrate communities: A world-wide assessment. **Global Ecology and Biogeography**, v. 31, n. 7, p. 1261–1276, 2022. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/geb.13492>>.

LABELLE, P.; SPAIN, A.; BLOUIN, M.; BROWN, G.; DECAËNS, T.; GRIMALDI, M.; JIMÉNEZ, J. J.; MCKEY, D.; MATHIEU, J.; VELASQUEZ, E.; ZANGERLÉ, A. Ecosystem Engineers in a Self-organized Soil. **Soil Science**, v. 181, n. 3/4, p. 91–109, 2016. Lippincott Williams and Wilkins. Disponível em: <<https://journals.lww.com/00010694-201603000-00002>>.

LEHMANN, J.; BOSSIO, D. A.; KÖGEL-KNABNER, I.; RILLIG, M. C. The concept and future prospects of soil health. **Nature Reviews Earth and Environment**, v. 1, n. 10, p. 544–553, 2020.

MARICHAL, R.; MARTINEZ, A. F.; PRAXEDES, C.; RUIZ, D.; CARVAJAL, A. F.; OSZWALD, J.; HURTADO, M. P.; BROWN, G. G.; GRIMALDI, M.; DESJARDINS, T. SARRAZIN, M.; DECAËNS, T.; VELASQUEZ, E.; LABELLE, P. Invasion of Pontoscolex corethrurus (Glossoscolecidae, Oligochaeta) in landscapes of the Amazonian deforestation arc. **Applied Soil Ecology**, v. 46, n. 3, p. 443–449, 2010. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0929139310001642>>.

MARQUES, L. J. P.; SILVA, M. R. M.; LOPES, G. S. Dinâmica de populações e fitossociologia de plantas daninhas no cultivo do feijão-caupi e mandioca no sistema corte e queima com o uso de arado. **Planta Daninha**, v. 29, n. spe, p. 981–989, 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-83582011000500004&lng=pt&tlang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582011000500004&lng=pt&tlang=pt)>.

- MARTINS, P. F. DA S.; PEREIRA, M. J. M.; DE MATOS, F. F.; DA SILVA JÚNIOR, B. R.; SCALABRIN, A. C. Limitações ao uso agropecuário das terras firmes na Amazônia e transformação dos sistemas de produção dos agricultores familiares no Território do Baixo Tocantins. **Agricultura Familiar: Pesquisa, Formação e Desenvolvimento**, n. 10, p. 67, 2014. Disponível em: <<http://periodicos.ufpa.br/index.php/agriculturafamiliar/article/view/4431>>.
- MAUSS, M. Ensaio sobre a dádiva: forma e razão da troca nas sociedades arcaica. In: M. Mauss (Org.); **Sociologia e Antropologia**. p.183–314, 2003. São Paulo: Cosac Naify.
- MCBRATNEY, A.; FIELD, D. J.; KOCH, A. The dimensions of soil security. **Geoderma**, v. 213, p. 203–213, 2014. Elsevier B.V.
- MCBRATNEY, A.; MINASNY, B.; WHEELER, I.; MALONE, B. P.; LINDEN, D. VAN DER. Frameworks for digital soil assessment. In: B. Minasny; B. P. Malone; A. McBratney (Orgs.); **Digital soil Assessments and Beyond**, 2012. London: Taylor & Francis Group.
- MELLO, N. A. DE; THÉRY, H. A armadura do espaço amazônico: eixos e zoneamentos. **ALCEU**, v. 1, n. 2, p. 181–214, 2001.
- MONTANARELLA, L.; BADRAOUI, M.; CHUDE, V. **Status of the World's Soil Resources - Main Report**. Rome: FAO, 2015.
- MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. Porto Alegre: Sulina, 2005.
- MOTA, D. M. DA. Família e grupos domésticos na Amazônia Paraense. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 31, n. 2, p. 289–314, 2014.
- MOULIN, C. H.; INGRAND, S.; LASSEUR, J.; MADELRIEUX, S.; NAPOLEONE, M.; PLUVINAGE, J.; THENARD, V. Comprendre et analyser les changements d'organisation et de conduite de l'élevage dans un ensemble d'exploitations: propositions méthodologiques. In: Dedieu B.; Chia E.; Leclerc B.; Moulin C. H.; Tichit M. (Orgs.); **L'élevage en mouvement: flexibilité et adaptation des exploitations d'herbivores**. p.181–196, 2008. Paris: Editions Quae. Disponível em: <<https://www.torrossa.com/gs/resourceProxy?an=5063492&publisher=FZZ759#page=183>>. Acesso em: 27/2/2024.
- MUCHANE, M. N.; SILESHI, G. W.; GRIPENBERG, S.; JONSSON, M.; PUMARIÑO, L.; BARRIOS, E. Agroforestry boosts soil health in the humid and sub-humid tropics: A meta-analysis. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 295, p. 106899, 2020. Elsevier B.V. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167880920300840>>.
- NAHUM, J. S.; SANTOS, C. B. DOS. A dendicultura na Amazônia paraense. **GEOUSP: Espaço e Tempo (Online)**, v. 20, n. 2, p. 281, 2016.
- NAHUM, J. S.; SANTOS, C. B. DOS. Impactos socioambientais da dendicultura em comunidades tradicionais na Amazônia paraense. **Revista ACTA Geográfica**, p. 63–80, 2013.
- NAVEGANTES-ALVES, L.; POCCARD-CHAPUIS, R.; FERREIRA, L.; MOULIN, C.-H. Transformações nas práticas de criação de bovinos mediante a evolução da fronteira agrária no sudeste do Pará. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, v. 29, n. 1, p. 243–268, 2012.
- NORDER, L. A.; LAMINE, C.; BELLON, S.; BRANDENBURG, A. Agroecologia. Polissemia, pluralismo e controvérsias. **Ambiente & Sociedade**, v. 19, n. 3, p. 1–20, 2016.
- OLIVEIRA, M. C. C. DE; ALMEIDA, J.; SILVA, L. M. S. Diversificação dos sistemas produtivos familiares: reflexos sobre as relações sociedade-natureza na Amazônia Oriental. **Novos Cadernos NAEA**, v. 14, n. 2, 2011.

PARREIRA, M. C.; MARTINS, J. DOS S.; SILVA, E. M. DA; SOUZA, R. S. E.; GONÇALVES, C. DE J. B. Índices fitossociológicos da comunidade infestante presente em sistema agroflorestal na Amazônia Tocantina, no inverno e verão amazônico. **Revista de Gestão e Secretariado (Management and Administrative Professional Review)**, v. 14, n. 3, p. 4117–4133, 2023.

PEDROSO JR., N. N.; MURRIETA, R. S. S.; ADAMS, C. A agricultura de corte e queima: um sistema em transformação. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 3, n. 2, p. 153–174, 2008.

PINHEIRO, S. L. G. O enfoque sistêmico e o desenvolvimento rural sustentável: Uma oportunidade de mudança da abordagem hard-systems para experiências com soft-systems. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 1, n. 2, p. 27–37, 2000.

PINHO, R. C.; MILLER, R. P.; ALFAIA, S. S. Agroforestry and the improvement of soil fertility: A view from amazonia. **Applied and Environmental Soil Science**, 2012.

POWLSON, D. S. Soil health—useful terminology for communication or meaningless concept? Or both? **Frontiers of Agricultural Science and Engineering**, v. 7, n. 3, p. 246, 2020. Higher Education Press Limited Company. Disponível em: <<http://journal.hep.com.cn/fase/EN/10.15302/J-FASE-2020326>>.

RALISCH, R.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C. Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo - DRES. **Documentos Embrapa Soja**, p. 1–64, 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/fale-conosco>>.

RAPOSO BARROS, A. L.; FERNANDES ALVES LEITE, M.; HERNÁNDEZ-GARCÍA, L. M.; SOUSA, S. C.; JAMES, S. W.; ROUSSEAU, G. X. Variability of earthworm's functional traits in eastern Amazon is more species-dependent than environment-dependent. **European Journal of Soil Biology**, v. 118, p. 103535, 2023. Elsevier Masson s.r.l. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1164556323000717>>.

REGO, A. K. C.; KATO, O. R. Agricultura de corte e queima e alternativas agroecológicas na Amazônia. **Novos Cadernos NAEA**, v. 20, n. 3, p. 203–224, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/3482>>.

ROCHA, C. G. S. **Reprodução social e práticas socioprodutivas de agricultores familiares do Pará**. 1º ed. Jundiaí: Paco Editorial, 2016.

ROCHA, C. G. S.; ALMEIDA, J. P. DE. Conhecimentos locais e práticas de gestão da fertilidade do meio natural entre agricultores familiares da Microrregião de Altamira, Pará, Brasil. **Amazônica: Revista de Antropologia**, v. 5, n. 3, p. 892–908, 2013.

SÁ, T. D. D. A.; KANASHIRO, M.; LEMOS, W. D. P. Interdisciplinaridade e transdisciplinaridade na pesquisa agrícola amazônica: um desafio para atingir a sustentabilidade. **Revista Agroecossistemas**, v. 6, n. 1, p. 110, 2014.

SABOURIN, E. **Camponeses do Brasil, entre a troca mercantil e a reciprocidade**. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

SANTIAGO, J. C. S. **Comunidades quilombolas do Jambuaçu, Moju-PA, contra as agroestratégias do capital: juventude e territórios de r-existências**, 2018. Dissertação, Brasília: Universidade de Brasília.

SILVA, A. P. DA; TORMENA, C. A.; DIAS-JUNIOR, M. DE S.; IMHOFF, S.; KLEIN, V. A. Indicadores da qualidade física do solo. In: Q. de J. van Lier (Org.); **Física do solo**. 1º ed, p.241–281, 2010. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

SILVA, E. M. DA; CORBIN, M. M. F.; SILVA, H. DO S. DE A.; CÔRTE-BRILHO, S. S. DE Q.; POMPEU, G. DO S. DOS S. O trabalho como princípio educativo em sistemas de produção familiar. **Rev. Trabalho, Política e Sociedade**, v. 3, n. 4, p. 125–150, 2018. Política e Sociedade.

SILVA, E. M.; NAVEGANTES-ALVES, L. D. F. Transformações nos sistemas de produção familiares diante a implantação do cultivo de dendê na Amazônia Oriental. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 40, p. 345–364, 2017. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/made/article/view/47330>>.

SILVA, G. R. DA; PAULETTO, D.; SILVA, A. R. Dinâmica sazonal de nutrientes e atributos físicos do solo em sistemas agroflorestais. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 63, p. 1–9, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.22491/rca.2020.3198>>.

SILVA, L. M. S. **A abordagem sistêmica na formação do agrônomo do século XXI**. Curitiba: Editora Appris, 2011.

SILVA, M. M. DA; OLIVEIRA, F. DE A. A importância socioambiental das florestas secundárias em Altamira-Pará. **Revista EDUCAmazônia - Educação Sociedade e Meio Ambiente**, v. XII, n. 1, p. 195–208, 2014.

SMITH, P.; KEESSTRA, S. D.; SILVER, W. L. Soil-derived Nature's Contributions to People and their contribution to the UN Sustainable Development Goals. 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1098/rstb.2020.0185>>.

SOUZA, C. R. DE; LIMA, R. M. B. DE; AZEVEDO, C. P. DE; ROSSI, L. M. B. Taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum* Vogel). **Documentos Embrapa**, p. 23p., 2004.

TAHAT, M. M.; ALANANBEH, K. M.; OTHMAN, Y. A.; LESKOVAR, D. I. Soil health and sustainable agriculture. **Sustainability (Switzerland)**, v. 12, n. 12, 2020. MDPI.

TAVARES, F. B.; VEIGA, I. Diversidade de saberes e práticas relacionadas à gestão das pastagens em uma localidade da fronteira agrária da Amazônia Oriental. **Amazônia: Ci. & Desenv.**, v. 2, n. 1, p. 111–126, 2006.

TAVARES, P. D. **Qualidade do solo em sistemas agroflorestais na Mata Atlântica**. Tese (Doutorado em Agronomia, Ciência do Solo). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014. 130p.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. 3 ed ed. Brasília: Embrapa, 2017.

TITTONELL, P.; MISIKO, M.; EKISE, I. Falando de ciência do solo com os agricultores. **Agriculturas**, v. 5, n. 3, p. 35–38, 2008.

TOLEDO, V. M.; BARRERA-BASSOLS, N. **A memória biocultural: a importância ecológica das sabedorias tradicionais**. 1º ed. São Paulo: Expressão Popular, 2015.

TORMENA, C. A.; BARBOSA, M. C.; COSTA, A. C.; GONÇALVES, A. C. A. Densidade, porosidade e resistência à penetração em Latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo de solo. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 4, p. 795–801, 2002.

TORRES, L. A.; PRADO, R. B.; PEREZ, D. V. A saúde do solo. In: L. A. Torres; S. K. Campos (Orgs.); **Megatendências da Ciência do Solo 2030**. 1º ed, p.183–241, 2022. Brasília: Embrapa.

TRAP, J.; BLANCHART, E.; RATSIATOSIKA, O. Effects of the earthworm Pontoscolex corethrurus on rice P nutrition and plant-available soil P in a tropical Ferralsol. **Applied Soil Ecology**, v. 160, p. 103867, 2021. Elsevier. Acesso em: 13/5/2024.

TURA, L. R.; COSTA, F. DE A. **Campesinato e Estado na Amazônia: Impactos do FNO no Pará**. Brasília Jurídica, 2000.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 4, p. 743–755, 2009.

WALKER, R. T.; HOMMA, A. K. O.; SCATENA, F. N.; CONTO, A. J.; RODRIGUEZ-PEDRAZA, C. D.; FERREIRA, C. A. P.; OLIVEIRA, P. M.; CARVALHO, R. A.; SANTOS, A. I. M.; ROCHA, A. C. P. N. A evolução da cobertura do solo nas áreas de pequenos produtores na Transamazônica. In: A. K. O. Homma (Org.); **Amazônia: meio ambiente e desenvolvimento agrícola**. p.321–343, 1998. Brasília: Embrapa.

WEZEL, A.; BELLON, S.; DORÉ, T.; FRANCIS, C.; VALLOD, D.; DAVID, C. Agroecology as a Science, a Movement and a Practice. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 29, p. 503–515, 2009. Dordrecht: Springer Netherlands. Disponível em: <[http://link.springer.com/10.1007/978-94-007-0394-0\\_3](http://link.springer.com/10.1007/978-94-007-0394-0_3)>.

WOORTMANN, E.; WOORTMANN, K. **O trabalho da terra: a lógica e a simbólica da lavoura camponesa**. 1º ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1997.

## 8 APÊNDICE

### Apêndice A – Roteiro utilizado para entrevista com informantes-chave

#### ROTEIRO ENTREVISTAS HISTÓRICAS

Entrevistador: \_\_\_\_\_

Entrevistado: \_\_\_\_\_

Objetivo:

*Compreender a evolução do sistema de produção por meio de sua trajetória, evidenciando as coerências.*

Pergunta a ser respondida:

As práticas de manejo do solo têm mudado? Como ocorre essa mudança?

Caracterização do lote – atualidade

OBS: Ver o que tem levantado com o questionário de SP

Croqui do lote:

*Pedir ao agricultor que desenhe um croqui atual do seu lote e a partir desse desenho caracterizar as parcelas. Caracterizar bem a atualidade. Depois pedir para o agricultor desenhar um croqui de chegada ao lote. A partir daí discutir como que o uso da terra foi evoluindo, verificar os fatores que influenciaram mudanças e aprofundar.*

Entender as parcelas:

- a disposição – localização;
- preparo de área;
- espécies;
- adubação e outros tratos culturais relevantes (limpeza, podas, aplicação de agrotóxico ou alternativo...).

\*Entender bem tudo – aprofundar os pontos

Como é que trabalha as atividades agrícolas? Quais os objetivos para cada atividade?

Observar para caracterizar os sucessivos tratos culturais qual a ordem lógica? - ITK

Família

História de formação do grupo doméstico e do lote

Chegar no projeto – compreender qual o projeto da família.

Perceber o centro de decisão

(individual ou coletivo)

Quem trabalha no lote? No que trabalha? Quem trabalha fora? Por que faz trabalho fora?

Outros temas a serem abordados:

- Contexto externo
  - Inventário dos recursos disponíveis
- Avaliação das suas importâncias relativas:
- superfície agrícola útil
  - número de trabalhadores
  - parcelas cultivadas e suas transformações
  - efetivo de criações
  - n° e capacidade dos materiais
  - dimensão das construções

**Apêndice B – Questionário utilizado no levantamento de dados para caracterização dos sistemas de produção**

**QUESTIONÁRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO**

N questionário \_\_\_\_\_

Data \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Aplicador: \_\_\_\_\_

Comunidade / Vila: \_\_\_\_\_

Entrevistado: \_\_\_\_\_

**Composição familiar**

Nome	Parentesco	Sexo	Idade	Estuda?	Escolaridade	Ocupação

**Renda da família**

**Produtos destinados para comercialização\***

Items	Produtos	Quant.	Preço**	Valor total	Renda
01					
02					
03					
04					
05					

\*Período de referência mês anterior.

\*\*Por unidade do produto

**Produtos do autoconsumo agregado à renda familiar \***

Items	Produtos	Quant.	Preço**	Valor total	Renda
01					
02					
03					
04					
05					

\*Período de referência mês anterior.

\*\*Por unidade do produto

**Outras fontes de renda**

Tipo	Qte pessoas	Valor
Salario formal setor público		
Salario formal setor privado		
Venda de Mão-de-obra temporária		
Prestação de serviços (carpinteiro, pedreiro, transporte....)		
Comércio		

Aposentadoria		
Pensão		
Aluguel de terras		
Aluguel de equipamentos		
Bolsa família e outras		
Remessa de parentes		
Seguro defeso		
Outros		

Infraestrutura e serviços

Acesso permanente no inverno (até a comunidade)?  sim  não

Em relação à residência:

Casa:  Madeira  Alvenaria  Barro

Telhado:  Cavaco  Barro  Palha

Brasilit

Banheiro:  Dentro  Fora

Fossa:  Sim  Não

Acesso à água potável:

Água encanada  Rio  Poço artesiano  Cacimba (olho d'água)  Poço

boca aberta

Outro: \_\_\_\_\_

Caixa d'água na residência:  Sim  Não

Usa bomba:  Sim  Não

Energia:  Motor  Rede elétrica

Outra: \_\_\_\_\_

Tem energia desde: \_\_\_\_\_

Meios de comunicação:

Televisão  Rádio

Internet  Telefone fixo

Celular  Outro: \_\_\_\_\_

Meios de transporte:

Moto  Carro

Bicicleta  Barco

Carroça (Animal)  Outros: \_\_\_\_\_

Sistema de Cultivo

Tipo de área que utiliza atualmente para roça cultivos anuais?

Mata  Capoeira alta  Capoeira média ou fina

Pastagem  Outra: \_\_\_\_\_

Cultivo	Parcela (área)	Preparo de mudas/sementes	Preparo da terra	Manutenção	Colheita

Faz pousio após cultivos anuais?

Sim  Não

Se sim, qual a idade média do pousio? \_\_\_\_\_

Pratica rotação de culturas ou consórcios?

Sim       Não

Se sim, quais e por que ?

Você costuma aproveitar os resíduos vegetais (casca de mandioca, de feijão, de arroz, de milho, folhas, capim, outros) na área?

Sim       Não

Caso sim, quais e para quê ?

Quais os principais problemas encontrados para as cultivos anuais e perenes ?

Pragas e doenças, quais? \_\_\_\_\_

Falta de sementes       Falta variedades adequadas

Falta de insumos: \_\_\_\_\_

Falta de mão de obra       Falta de equipamentos: \_\_\_\_\_

Falta de organização coletiva: \_\_\_\_\_

Fertilidade do solo       Escoamento da produção

Não possui transporte       Estrada ruim       Chuvas

Secas       Fogos

Falta de assistência técnica       Falta de conhecimento técnico

Atuação dos órgãos é deficiente \_\_\_\_\_

Outros: \_\_\_\_\_

#### Conhecimentos sobre o solo

Existe diferentes tipos de solo na sua comunidade ou no seu terreno? Como pode distinguir um solo de outro? (critérios de identificação)

Propriedades descritivas de cada tipo de solo identificado:

De que cor é o solo quando está seco ou molhado?

Precisa de fertilizante ou não?

Qual a profundidade da camada de resíduos vegetais sobre o solo?

No período seco solo fica macio, duro ou tem pedras?

É arenoso ou grudento?

Quando chove a água se acumula na superfície, corre sobre a superfície ou infiltra rapidamente?

O solo seca lentamente depois das chuvas?

Qual o grau de declividade? (plana = menos de 10%, moderado = 10% - 30%, inclinado = mais de 30%)

Quando chove, a água que escorre para os rios ou igarapés tem que cor?

Que plantas crescem sobre o solo? Quais são as mais comuns ou dominantes?

Tem minhocas, formigas e cupins?

Qual rendimento da produção? (baixo, médio, alto) Tem observado diminuição no rendimento?

Quais os melhores solos para culturas? Sempre foram bons? Eram melhores antes? Em que medida? E os priores solos? Eram assim antes?

É o melhor solo para uma cultura específica (repetir para cada solo mencionado)?

Esse solo pode ser cultivado por um período mais longo que este outro?

#### Sistemas de Criação

Criação	Objetivo	Alimentação dos animais	Cuidados sanitários	Plantel

--	--	--	--	--

Sistema extrativista

Item (frutos, cipós, óleos, casca)	Quem faz a extração?	Qual o tipo de dificuldade para a extração?	Qual a utilidade do produto para a família(venda/consumo)?

Sua família realiza atividade de caça? Se sim:

Item	Sempre esteve disponível?	Quem caça?	Qual o tipo de dificuldade para caça?	Qual a utilidade do produto para a família(venda/consumo)?

Assistência técnica

Possui assistência técnica?

Sim       Não

Se sim, de quem?

Qual a sua opinião em relação à assistência técnica?

Excelente     Bom     Ruim     Insuficiente

Você recebeu algum tipo de financiamento?

Sim       Não

Se sim:

	Tipo de financiamento	Quando recebeu	Como utilizou	Pagou / Ta pagando / Não paga (porque?)
1				
2				

Onde o(a) senhor(a) obtém informações sobre os preços dos produtos no mercado?

---

Onde o(a) senhor (a) obtém informações sobre inovações agrícolas (novas sementes, ou insumos, ou técnicas de cultivo, ou equipamentos ...)

---

---

Perspectivas futuras

Se você tivesse recursos para investir na sua propriedade, qual seria a atividade que gostaria de aumentar ou melhorar, ou a técnica que queria desenvolver?

---

Ou você gostaria de investir em outra coisa sem ser agricultura (qual) ?

---

Quais são seus planos para os seus próximos anos, para sua família e para a propriedade?

---

---

Os jovens têm saído da comunidade para morar na cidade?  Sim  Não  
Por quê ?

---

---

Como você está vendo o futuro da comunidade / localidade nos próximos anos?

---

---

## Apêndice C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido utilizado na pesquisa



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM AGROPECUÁRIA**

### **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)**

Prezado (a) Senhor (a),

Meu nome é **Edfranklin Moreira da Silva**, professor na Universidade Federal do Pará (UFPA), Telefone/Celular/WhatsApp **(91) 99254-5167**, Email: **edfranklin@ufpa.br**, e estou realizando pesquisa acadêmica aplicada sobre o tema da **Segurança do solo e a sustentabilidade de agroecossistemas em comunidades quilombolas**. Esta pesquisa compõe a minha tese de doutorado no Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação Agropecuária (PPGCTIA) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), sob orientação dos pesquisadores Dra. Adriana Maria de Aquino e Dr. Renato Linhares de Assis da EMBRAPA Agrobiologia.

O Sr(a) está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) da pesquisa: “**Segurança do solo e a sustentabilidade de agroecossistemas em comunidades quilombolas**”.

**A JUSTIFICATIVA, OS OBJETIVOS E PROCEDIMENTOS:** Na região amazônica, as comunidades campesinas enfrentam uma crise nos sistemas tradicionais de gestão e manejo da fertilidade do meio natural baseado no sistema técnico de corte e queima, o que questiona a sustentabilidade dos agroecossistemas. Para fazer frente a esses desafios, observa-se mudanças nas práticas agrícolas nos sistemas de produção locais, em especial com adoção de sistemas agroflorestais. Diante de tal cenário, o objetivo geral da pesquisa é analisar as práticas de manejo do solo e os seus impactos na segurança do solo e na sustentabilidade dos agroecossistemas quilombolas na Amazônia Oriental. Assim busca-se: i) avaliar as práticas de manejo das terras agrícolas e seus impactos na segurança do solo; ii) identificar e avaliar as percepções locais sobre o papel do solo na sustentabilidade dos agroecossistemas; iii) promover a integração de métodos analíticos e de avaliações em campo na construção de conhecimentos sobre a segurança do solo; iv) avaliar a sustentabilidade dos agroecossistemas, considerando a autonomia, resiliência e produtividade. Para os dados sobre a condição e capacidade do solo serão feitas análises de solos para indicadores como carbono total, macro e micronutrientes, capacidade de troca catiônica, saturação por base, entre outros. Para os dados sobre a percepção sobre o solo e sustentabilidade dos agroecossistemas serão feitas entrevistas, aplicação de questionários, oficinas para levantar etnoindicadores e práticas de campo com as comunidades, para avaliação do solo no local.

**DESCONFORTOS, RISCOS E BENEFÍCIOS:** Há um baixo risco de perda de anonimato dos informantes da pesquisa, no entanto será adotada a estratégia de substituição dos nomes reais dos participantes por fictícios para evitar que isso possa acontecer. Nos casos específicos em que se requer o uso de vídeos e fotos dos informantes (pesquisa participante), o informante deverá assinalar que concorda e libera o uso de imagem para divulgação em ambientes midiáticos ou em ambientes científicos como congressos, conferências, aulas, ou revistas científicas, desde que os dados pessoais não sejam fornecidos. Os principais benefícios são: Produção de conhecimento sobre as transformações nas práticas de manejo do solo e os impactos na segurança do solo e na sustentabilidade dos agroecossistemas nas comunidades estudadas; Promoção de reflexões sobre o papel da saúde do solo para a sustentabilidade dos agroecossistemas; Construção participativa de ferramentas para monitorar a saúde do solo e a

sustentabilidade dos agroecossistemas; Sistematização das experiências de manejo sustentável dos agroecossistemas em comunidades quilombolas da Amazônia Oriental; Produção de informações que auxiliem à tomada de decisão dos agricultores e das agricultoras acerca da gestão agroambiental nas comunidades estudadas.

**FORMA DE ACOMPANHAMENTO E ASSISTÊNCIA:** Os agricultores quilombolas participantes da pesquisa serão assistidos acerca do desenvolvimento da pesquisa por meio das oficinas formativas sobre os manejos de solo e dos principais cultivos que desenvolvem. Durante todo o período do estudo o pesquisador estará disponível para esclarecer dúvidas e resolver qualquer questão relacionado ao projeto de tese junto a comunidade.

**GARANTIA DE ESCLARECIMENTO, LIBERDADE DE RECUSA E GARANTIA DE SIGILO:** O Sr(a) será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar. O Sr(a) é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento que achar necessário. A sua participação é voluntária e a sua recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de qualquer benefício. Você possui garantia ao direito à indenização caso ocorra eventuais danos decorrentes da pesquisa que irá cobrir qualquer custo relacionado. É assegurado o sigilo e a sua privacidade pelos pesquisadores responsáveis por esta pesquisa. Sua identificação, ou qualquer material que indique a sua participação não será liberado sem a sua permissão. Não haverá forma de ocorrer sua identificação em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo e os dados obtidos não serão usados para outros fins.

Uma via assinada deste termo de consentimento livre e esclarecido será arquivada no PPGCTIA/UFRRJ e outra será fornecida ao Sr(a).

### **DECLARAÇÃO DO PARTICIPANTE DA PESQUISA**

Eu, \_\_\_\_\_, RG. \_\_\_\_\_ fui informada(o) dos objetivos da pesquisa acima de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações para motivar minha decisão, se assim o desejar. O pesquisador \_\_\_\_\_ esclareceu que todos os dados desta pesquisa serão sigilosos e somente os pesquisadores terão acesso. Foi explicado que caso existam gastos, estes serão absorvidos pelo orçamento da pesquisa. Em caso de dúvidas poderei chamar o pesquisador Edfranklin Silva no telefone (91) 99254-5167.

O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Iguaçu-UNIG também poderá ser consultado para dúvidas/denúncias relacionadas à Ética da Pesquisa e está localizado na Av. Abílio Augusto Távora, nº 2134, Bloco A - 1º andar - Sala 103, Município de Nova Iguaçu, RJ. horário de atendimento: de segunda a sexta-feira, das 9h às 12h e das 13h às 16h telefone, (21) 2765-4000, o contato também poderá ser feito pelos e-mails: [cepunigcampus1@gmail.com](mailto:cepunigcampus1@gmail.com) ou [cep@campus1.unig.br](mailto:cep@campus1.unig.br) que tem a função de fiscalizar e fazer cumprir as normas e diretrizes dos regulamentos de pesquisas envolvendo seres humanos. Assinei duas vias deste termo de consentimento livre e esclarecido, o qual também foi assinado pelo pesquisador responsável que me fez o convite e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas. Uma via deste documento, assinada, foi deixada comigo. Diante do que foi proposto, declaro que concordo em participar desse estudo.

Nome  
Data:

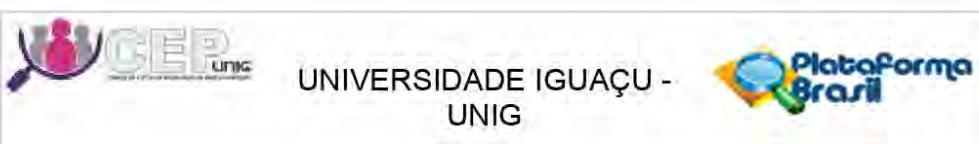
Assinatura do Participante

Pesquisador  
Data:

Assinatura do Pesquisador

## 9 ANEXOS

### Anexo A – Parecer de aprovação do projeto de pesquisa pelo conselho de ética da Universidade de Iguaçu



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Segurança do solo e sustentabilidade de agroecossistemas em comunidades quilombolas da Amazônia Oriental

**Pesquisador:** EDFRANKLIN MOREIRA DA SILVA

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 60835222.8.0000.8044

**Instituição Proponente:** Programa de Pós Graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação na

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 5.706.405

##### Apresentação do Projeto:

O projeto se trata de uma pesquisa de doutorado realizada no âmbito do Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Agropecuária da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Na região amazônica, as comunidades campesinas enfrentam uma crise nos sistemas tradicionais de gestão e manejo da fertilidade do meio natural baseado no sistema técnico de corte e queima, o que questiona a sustentabilidade dos agroecossistemas. Estabelece-se como objetivo geral analisar as práticas de manejo do solo e os seus impactos na segurança do solo e na sustentabilidade dos agroecossistemas quilombolas na Amazônia Oriental. A abordagem da pesquisa combina ferramentas de cunho qualitativo e quantitativo para a observação participante. A investigação será realizada nas comunidades quilombolas Oxalá de Jacunday (Moju, PA) e Igarapé Preto (Oeiras do Pará, PA).

##### Objetivo da Pesquisa:

Objetivo geral: Analisar as práticas de manejo do solo e os seus impactos na segurança do solo e na sustentabilidade de agroecossistemas quilombolas na Amazônia Oriental.

##### Objetivos específicos:

- avaliar as práticas de manejo das terras agrícolas e seus impactos na segurança do solo

**Endereço:** Av. Abílio Augusto Távora, nº 2134 - Jardim Nova Era

**Bairro:** JARDIM NOVA ERA

**CEP:** 26.275-580

**UF:** RJ

**Município:** NOVA IGUAÇU

**Telefone:** (21)2765-4005

**E-mail:** cep@campus1.unig.br; cepunigcampus1@gmail.com



Continuação do Parecer: 5.706.405

- identificar e avaliar as percepções locais sobre o papel do solo na sustentabilidade dos agroecossistemas
- promover a integração de métodos analíticos e de avaliações participativa em campo na construção de conhecimentos sobre a segurança do solo
- avaliar a sustentabilidade dos agroecossistemas, considerando a autonomia, resiliência e produtividade.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Os riscos e benefícios estão em conformidade com a resolução CNS n.466 de 2021, Item IV.3, letra b.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Pesquisa com evidente relevância Científica e Acadêmica em sua área, além de importante por se tratar de uma pesquisa com comunidades quilombolas.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

A pendência sobre o texto do TCLE para riscos e benefícios foi resolvida.

**Recomendações:**

Apresentar relatórios parciais e relatório final do projeto de pesquisa é responsabilidade indelegável do pesquisador principal.

Qualquer modificação ou emenda ao projeto de pesquisa em pauta deve ser submetida à apreciação deste CEP .

O sujeito de pesquisa ou seu representante, quando for o caso, deverá rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido -TCLE apondo sua assinatura na última página do referido Termo. O sujeito, caso esteja na faixa etária de 12 a 17 anos, deve ainda apor sua assinatura no Termo de Assentimento.

O pesquisador responsável deverá da mesma forma, rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE apondo sua assinatura na última página do referido Termo.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Não há pendências que justifiquem a recusa deste projeto por este Comitê de ética a pesquisa.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Após reunião do colegiado, o projeto de pesquisa teve parecer aprovado.

Apresentar relatórios parciais e relatório final do projeto de pesquisa é responsabilidade indelegável do pesquisador principal.

**Endereço:** Av. Abílio Augusto Távora, nº 2134 - Jardim Nova Era

**Bairro:** JARDIM NOVA ERA

**CEP:** 26.275-580

**UF:** RJ

**Município:** NOVA IGUACU

**Telefone:** (21)2765-4005

**E-mail:** cep@campus1.unig.br; cepunigcampus1@gmail.com



UNIVERSIDADE IGUAÇU -  
UNIG



Continuação do Parecer: 5.706.405

Qualquer modificação ou emenda ao projeto de pesquisa em pauta deve ser submetida à apreciação deste CEP.

O participante da pesquisa ou seu representante, quando for o caso, deverá rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido -TCLE apondo sua assinatura na última página do referido Termo. O participante, caso esteja na faixa etária de 12 a 17 anos, deve ainda apor sua assinatura no Termo de Assentimento.

O pesquisador responsável deverá da mesma forma, rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE apondo sua assinatura na última página do referido Termo.

O Relatório Parcial refere-se a descrição do andamento da pesquisa até a metade de seu tempo transcorrido (número de sujeitos abordados, possíveis problemas de execução, de cronograma, efeitos adversos etc). Deve ser postado como NOTIFICAÇÃO.

O Relatório Final refere-se aos resultados da pesquisa e deve ser postado em NOTIFICAÇÃO quando da finalização do projeto segundo consta no cronograma.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJECTO_1970546.pdf	28/09/2022 15:53:07		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	28/09/2022 15:52:50	EDFRANKLIN MOREIRA DA SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	MODELOTCLE.docx	01/09/2022 11:59:06	ANNA BEATRIZ ESSER DOS SANTOS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_TESE.pdf	23/08/2022 15:39:06	EDFRANKLIN MOREIRA DA SILVA	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto_assinada.pdf	23/08/2022 15:34:59	EDFRANKLIN MOREIRA DA SILVA	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Endereço:** Av. Abílio Augusto Távora, nº 2134 - Jardim Nova Era  
**Bairro:** JARDIM NOVA ERA                   **CEP:** 26.275-580

**UF:** RJ                   **Município:** NOVA IGUACU

**Telefone:** (21)2765-4005

**E-mail:** cep@campus1.unig.br; cepunigcampus1@gmail.com

Página 03 de 04



UNIVERSIDADE IGUAÇU -  
UNIG



Continuação do Parecer: 5.706.405

**Necessita Apreciação da CONEP:**  
Não

NOVA IGUACU, 18 de Outubro de 2022

---

**Assinado por:**  
**José Claudio Provenzano**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Av. Abílio Augusto Távora, nº 2134 - Jardim Nova Era  
**Bairro:** JARDIM NOVA ERA                   **CEP:** 26.275-580  
**UF:** RJ   **Município:** NOVA IGUACU  
**Telefone:** (21)2765-4005                           **E-mail:** cep@campus1.unig.br; cepunigcampus1@gmail.com

Página 04 de 04