

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO PRÓ-REITORIA DE PESQUISA
PÓS-GRADUAÇÃO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

RAYMARA FERNANDA DUTRA MARTINS

**ESTRATÉGIAS PRODUTIVAS E DE GERAÇÃO DE RENDA EM SOLOS DE
BAIXA FERTILIDADE NATURAL NO POVOADO DE MATO GROSSO, MUNICÍPIO
DE MORROS – MA**

São Luís

2024

RAYMARA FERNANDA DUTRA MARTINS

**ESTRATÉGIAS PRODUTIVAS E DE GERAÇÃO DE RENDA EM SOLOS DE
BAIXA FERTILIDADE NATURAL NO POVOADO DE MATO GROSSO, MUNICÍPIO
DE MORROS - MA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Maranhão como requisito parcial à obtenção do título de mestre.

Linha de pesquisa: Ambiente e Análise Espacial
Orientador: Prof. Dr. Marcelino Silva Farias Filho

São Luís

2024

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Martins, Raymara Fernanda Dutra.

Estratégias produtivas e de geração de renda em solos de baixa fertilidade natural, no povoado de Mato Grosso, município de Morros - MA / Raymara Fernanda Dutra Martins. - 2024.

118 p.

Orientador(a): Marcelino Silva Farias Filho.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Maranhão, Universidade Federal do Maranhão, 2024.

1. Baixa Fertilidade Natural. 2. Neossolos. 3. Latossolos. 4. Estratégias Produtivas. I. Farias Filho, Marcelino Silva. II. Título.

RAYMARA FERNANDA DUTRA MARTINS

**ESTRATÉGIAS PRODUTIVAS E DE GERAÇÃO DE RENDA EM SOLOS DE
BAIXA FERTILIDADE NATURAL, NO POVOADO DE MATO GROSSO,
MUNICÍPIO DE MORROS - MA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em
Geografia para a obtenção do título de mestra.

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcelino Silva Farias Filho (Orientador)

Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dra. Georgiana Eurídes de Carvalho Marques

Instituto Federal Educação do Maranhão

Prof. Dra. Taíssa Caroline Silva Rodrigues

PPGEO/UEMASUL

Dedico este trabalho à memória de Maria da Paz Martins Costa, por tudo o que fez por mim em vida. Sua presença e ensinamentos seguem vivos em cada passo desta jornada. Dedico também aos agricultores do povoado de Mato Grosso, pois este trabalho representa a retribuição que atravessa minha ancestralidade até os dias atuais. Sou filha de Morros e de Mato Grosso, onde estão todas as minhas raízes, desde o nascimento até hoje. Que esta retribuição seja um reflexo dos ensinamentos e da convivência aprendidos de forma direta e indireta ao longo da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus, por me conceder discernimento, saúde e força ao longo desta jornada. Sua luz e bênçãos foram fundamentais para que eu perseverasse diante dos desafios, mantendo a fé e a esperança. Durante esse processo de estudo e pesquisa, enfrentei momentos de construção e reconstrução do saber, sempre impulsionado pela determinação. Com gratidão, reconheço que foi essa orientação divina que me permitiu superar obstáculos e alcançar mais uma conquista acadêmica.

Ao Prof. Dr. Marcelino Silva Farias Filho, meu orientador, expresso minha gratidão pelos ensinamentos, orientação ao longo desta trajetória. Os desafios e trocas de ideias fizeram parte do processo, contribuindo para meu crescimento acadêmico e pessoal. Reconheço sua dedicação e influência como uma importante referência na minha formação, e agradeço por sua contribuição nessa conquista.

À Prof. Dra. Georgiana Eurides de Carvalho Marques, minha profunda gratidão por ser, para mim, uma verdadeira mãe no conhecimento acadêmico. Desde a faculdade, sua paciência e incentivo despertaram em mim o desejo pela pesquisa, quando nem eu sabia que tinha esse potencial. Muito do que estudo hoje reflete sua influência, sua crença nos alunos e sua dedicação. Além de uma referência acadêmica, é um exemplo de ser humano, sempre presente na minha caminhada.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, minha gratidão pelo espaço de aprendizado e crescimento. Agradeço aos docentes responsáveis pelas disciplinas, em especial ao Prof. Dr. Antonio Cordeiro Feitosa e à Prof. Dra. Karita de Fátima Araújo, cuja doçura torna a experiência acadêmica ainda mais especial.

Aos amigos da pós-graduação, meu reconhecimento, especialmente ao querido André Rodrigues de Freitas, colega de turma, e a Osmar Luis Vasconcelos, que, mesmo sendo de outro programa, foi um verdadeiro anjo nessa caminhada.

Aos meus familiares Conceição de Maria, Daniel Martins, Claudison Costa e Elayne Costa, gratidão pelo apoio. E à Maria da Paz, que nos deixou em agosto de 2024, ficam as muitas lembranças e saudade. Aos amigos Andréa Paula, Andréa Karla, Marta Andrade, Joyse Maria, Mara Dalília e Ivanildo, obrigada pela amizade e apoio.

A todos aqueles que direta e indiretamente acreditaram no meu trabalho e me deram apoio para que os resultados finais fossem feitos.

*“Cá no desvão do Nordeste
A vida não vale o nome
É gente que nasce e cresce
Pra dividir sede e fome
Mal começou Zé de Tonha
Todos caíram vencidos
Cantando suas vergonhas
Foi ele o mais aplaudido
Friagem no lajedo
No ar do olhar um tormento
Cantar os males mode
apagar
Um amor ardendo”*

*Violeiros. Composição de
Djavan.*

RESUMO

Nas áreas tropicais, sujeitas ao intenso intemperismo e materiais de origem correlacionados às formações sedimentares que atribuem aos solos baixa fertilidade natural, o que implica em forte influência sobre a qualidade e produtividade destes quando utilizados por meio de atividades agrícolas, é essencial buscar soluções que melhorem a fertilidade dos solos e aumentem sua produtividade. Esta pesquisa analisou solos de baixa fertilidade em regiões sujeitas a intenso intemperismo químico. A metodologia incluiu pesquisa de campo com coleta de amostras de solo, descrição de perfis de solo descritos conforme os procedimentos do Manual de Coleta e Descrição de Campo, e analisados conforme os critérios estabelecidos pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, além de questionários aos agricultores locais, reunião com os moradores e registros fotográficos. Na comunidade Mato Grosso, pertencente ao município de Morros, Maranhão, onde se concentrou o estudo, os solos são predominantemente pobres, resultado do intemperismo. Os saberes desenvolvidos pelos agricultores a respeito do solo e do manejo de suas terras são influenciados tanto pelo aspecto prático quanto pelo cognitivo, e são estratégias adaptativas importantes para contornar as limitações impostas pela baixa fertilidade natural dos solos. Assim, os moradores adotam estratégias adaptativas, como o uso tradicional do fogo, consórcio e rotação de culturas, onde destaca-se o cultivo de espécies adaptadas à pobreza do solo, como mandioca e feijão, pois a identificação de culturas adaptadas, abre caminho para futuras orientações sobre o manejo sustentável. Os resultados revelaram a importância dessas práticas para enfrentar as limitações do solo que não só orientam os agricultores locais, mas também têm relevância para embasar políticas e ações voltadas ao desenvolvimento agrícola sustentável e à preservação dos recursos naturais em áreas com solos desafiadores, oferecendo um guia para intervenções futuras visando a resiliência das comunidades dependentes dessas terras.

Palavras-Chave: Baixa fertilidade natural. Neossolos. Latossolos. Estratégias produtivas.

ABSTRACT

In tropical areas, intense weathering and source materials correlated to sedimentary formations attribute low natural fertility to soils, which implies a strong influence on their quality and productivity when used for agricultural activities. This research analyzed low fertility soils in regions subject to intense chemical weathering. The methodology included field research with collection of soil samples, description of soil profiles described according to the procedures in the Field Collection and Description Manual, and analyzed according to the criteria established by the Brazilian Soil Classification System, in addition to questionnaires for farmers locations, meetings with residents and photographic records. In the Mato Grosso community, belonging to the municipality of Morros, Maranhão, where the study was focused, the soils are predominantly poor, a result of weathering. The knowledge developed by farmers regarding soil and the management of their land is influenced by both practical and cognitive aspects. Thus, residents adopt adaptive strategies, such as the traditional use of fire, intercropping and crop rotation. The cultivation of species adapted to soil poverty stands out, such as cassava and beans. The results revealed the importance of these practices to address soil limitations. These findings not only guide local farmers, but are also relevant to inform policies and actions aimed at sustainable agricultural development and the preservation of natural resources in areas with challenging soils, offering a guide for future interventions aimed at the resilience of communities dependent on these lands.

Keywords: Low natural fertility. Neosols. Oxisols. Productive strategies.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. MATERIAIS E MÉTODOS	5
2.1 Tipo de pesquisa.....	Error! Bookmark not defined.8
2.2 Área de estudo.....	Error! Bookmark not defined.9
2.3 Fontes, instrumentos de coleta de análise de dados.....	Error! Bookmark not defined.1
2.4 Aspectos Éticos.....	21
2.5 Coleta e amostragem do solo	22
2.6 2.4 Caracterização dos sistemas de produção e geração de renda	22
3.REFERENCIAL TEÓRICO	25
3.1 Sistemas produtivos de baixa fertilidade no Brasil – Maranhão	Error! Bookmark not defined.
3.2 Metodos e tecnicas de conservação do solo para minimização de impactos ambientais	27
3.3 Classe de Solos com Maiores Limitações Morfológicas, Físicas e Químicas	29
3.4 Sistema de manejo em Areas de Neossolos Quartzarênicos e Espodossolos.....	31
3.5 Definição e Classificação dos Neossolos e Espodossolos.....	34
3.6 Química e Mineralogia dos Neossolos e Espodossolos	38
3.7 Fertilidade do Solo.....	40
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	4Error! Bookmark not defined.
4.1 Principais classes de solos utilizadas pela comunidade Mato Grosso ..	42
4.1.1 Neossolo Quartzarenico Órtico típico	42
4.1.2 Descrição Morfológica do Perfil	45
4.1.3 Latossolo Amarelo Distrofíco Típico	51
4.1.4 Descrição Morfológica do Perfil	53
5 Análise de solos das áreas produtivas	61
6 Caracterização Socioeconômica do povoado Mato Grosso	
7 Caracterização dos Sistemas Produtivos adotado pelos entrevistados	73

8 Estratégias Produtivas	78
8.1 Indicadores de Fertilidade do Solo	78
8.2 Práticas de Manejo	83
8.3 Aquisição de conhecimentos sobre a Gestão do solo	98
9 Recomendações Agroecológicas para os Agricultores	100
10 CONSIDERAÇÕES FINAIS	103
REFERENCIAS	105

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CTC	– Capacidade de Troca Catiônica
FAO	– Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
IBGE	– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NPK	– Nitrogênio, Fósforo e Potássio
PRNT	– Poder Relativo de Neutralização Total
UEMA	– Universidade Estadual do Maranhão
UFMA	– Universidade Federal do Maranhão
WRB	– Base de Referência Mundial para Recursos do Solo
SiBCS	– Sistema Brasileiro de Classificação de Solos
IMESC	– Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos
SAGRIMA	– Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária e Pesca do Maranhão
pH	– Potencial Hidrogeniônico
P	– Fósforo
K	– Potássio
Ca	– cálcio
Mg	–Magnésio
Al	– Alumínio
MO	– Matéria orgânica
B	– Boro
Fe	– Ferro
Zn	– zinco
Mn	– Manganês
Cu	– Cobre
Cl	– Cloro

C – Carbono
O – Oxigênio
H – Hidrogênio

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Mapa de localização do Povoado Mato Grosso	19
Figura 02: Registros fotográficos, roda de diálogo e apresentação do projeto	23
Figura 03: Aspecto da paisagem na área de abertura da trincheira da comunidade de Mato Grosso, Morros-MA	43
Figura 04: Rio utilizado por banhistas na área de estudo da comunidade de Mato Grosso, Morros - MA	43
Figura 05: Perfil do Neossolo Quartzarênico Órtico descrito da comunidade de Mato Grosso, Morros – MA	45
Figura 6: Cobertura dos solos argilosos na área de abertura da trincheira da comunidade de Mato Grosso, Morros- MA	51
Figura 7: Latossolo Amarelo Distrófico Típico da comunidade de Mato Grosso, Morros- MA	53
Figura 8: Área de roça próximo a área de abertura da trincheira do latossolo da comunidade de Mato Grosso, Morros – MA	57
Figura 9: Aspecto da área da roça 01 da comunidade de Mato Grosso, Morros – MA	61
Figura 9: Aspecto da área de implantação da Roça 2 da comunidade de Mato Grosso, Morros – MA	62
Figura 10: Produção de milho do povoado Mato Grosso, Morros – MA	86
Figura 11: Uso dos resíduos do carvão no solo da comunidade de Mato Grosso, Morros – MA	90
Figura 12: Roça próximo ao igarapé São Benedito na comunidade de Mato Grosso, Morros – MA	92
Figura 12: Roça próximo ao igarapé São Benedito na comunidade de Mato	

Grosso, Morros – MA	92
Figura 13: Manejo da bananeira enterrada na comunidade de Mato Grosso, Morros – MA	93
Figura 14: Colheita da mandioca na roça na comunidade de Mato Grosso, Morros – MA	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Atributos químicos e físicos do Perfil nº1.....	42
Tabela 02 – Recomendações de adubação para cultivo de arroz de sequeiro no solo analisado.....	43
Tabela 03 – Recomendações de adubação para cultivo de amendoim.....	44
Tabela 04 – Recomendações de adubação para cultivo de melancia.....	44
Tabela 05 – Atributos químicos e físicos do Perfil nº 2 da comunidade de Mato Grosso, Morros –MA.....	50
Tabela 06 - Recomendações de adubação para cultivo de amendoim.....	52
Tabela 07 –Recomendações de adubação para cultivo de arroz de sequeiro no solo analisado da comunidade de Mato Grosso, Morros – MA	53
Tabela 08 - Recomendações para adubação de abóbora.....	54
Tabela 09 - Atributos químicos e físicos da Roça 1 da comunidade de Mato Grosso, Morros - MA.....	58
Tabela 10 - Atributos químicos e físicos da Roça 2.....	58
Tabela 11 - Recomendações para adubação de amendoim solo analisado da comunidade de Mato Grosso, Morros – MA.....	59
Tabela 12 – Recomendações para adubação de mandioca solo analisado de comunidade de Mato Grosso, Morros – MA.....	60
Tabela 13 - Recomendações para adubação de melancia.....	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Morfologia de um neossolo Quartzarênico Órtico Típico, descrito em trincheira.....	40
Quadro 02 - Descrição Morfológica de Latossolo Amarelo Distrófico Típico.....	48

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - Atividades de Produção da Comunidade Mato Grosso, Morros – MA.....	62
Gráfico 02 – Fatores relacionados ao impedimento para o desenvolvimento da agricultura na comunidade de Mato Grosso. Morros – MA.....	63
Gráfico 03 – Produtos com mais saída na comunidade de Mato Grosso, Morros – MA.....	64
Gráfico 04 – Trocas de produtos na comunidade Mato Grosso, Morros – MA.....	65
Gráfico 05 - Rendimento da Produção na comunidade de Mato Grosso, Morros – MA.....	65
Gráfico 06 - Cultivos desenvolvidos em Mato Grosso, Morros – MA.....	67
Gráfico 07 – Tempo de pousio da área produtiva da comunidade de Mato Grosso, Morros – MA.....	68
Gráfico 08 – Metodologias de cultivo adotados na área de estudo na comunidade de Mato Grosso, Morros – MA.....	70
Gráfico 09 – Tipo de ervas espontâneas mais comum na área de plantio, conforme os moradores.....	71
Gráfico 10 – Indicadores de florestas nativa nas propriedades, conforme os agricultores da comunidade de Mato Grosso, Morros – MA.....	72
Gráfico 11 – Tipos de solo em Mato Grosso, Morros – MA.....	73
Gráfico 12 – Cor do solo, conforme os agricultores da comunidade de Mato Grosso, Morros – MA.....	74
Gráfico 13 – Textura do solo, conforme os agricultores na comunidade de Mato Grosso, Morros – MA.....	75
Gráfico 14 – Indicadores de solo bom ou ruim, conforme os agricultores da comunidade	

de Mato Grosso, Morros – MA.....	76
Gráfico 15 – Quantidade e manejo do solo, conforme os agricultores da comunidade de Mato Grosso, Morros – MA.....	77
Gráfico 16 – Indicadores de tomadas de decisões no manejo do solo, conforme os agricultores entrevistados da comunidade de Mato Grosso, Morros – MA.....	78
Gráfico 17 – Escolha do plantio nas terras boas e ruins, conforme os agricultores da comunidade de Mato Grosso, Morros – MA.....	80
Gráfico 18 – Decisões em colocar a propriedade em repouso, conforme os moradores.....	82
Gráfico 19 – Plantas utilizadas para o reflorestamento na comunidade de Mato Grosso, Morros – MA.....	83
Gráfico 20 - Soluções para resolver a falta de água na agricultura, conforme os moradores da comunidade de Mato Grosso, Morros – MA.....	85
Gráfico 21 – Cultura sensíveis a falta da chuva, conforme os moradores na comunidade de Mato Grosso, Morros – MA.....	88
Gráfico 22 – Indicadores e início de estação chuvosa, conforme os moradores da comunidade de Mato Grosso, Morros – MA	89
Gráfico 23 – Produção agrícola no período chuvoso na comunidade de Mato Grosso, Morros – MA.....	90

1 INTRODUÇÃO

Em razão da sua vasta extensão territorial e complexidade ambiental, o Brasil se caracteriza por uma grande diversidade de classes de solos, que possuem potencialidades e limitações de uso igualmente diversas (Raij, 1981; Javed et al, 2022). Tal realidade exige o estabelecimento de formas de uso e manejo do solo específicas que garantam o desenvolvimento do território sem degradar este importante recurso natural (Ronquim, 2021). Isso porque, o manejo inadequado pode contribuir para a perda de produtividade e, até mesmo, da qualidade dos solos.

O manejo dos solos é uma importante variável na sua conservação. Entretanto, os atributos naturais destes podem, em grande parte, determinar suas fragilidades, sendo necessário um planejamento efetivo e contínuo dos seus usos conforma Guilherme e Lopes (2019). Vale ressaltar que algumas condições naturais que inibem determinadas práticas agrícolas, como a acidez elevada, teores elevados de alumínio tóxico, teores baixos de fósforo e de matéria orgânica e textura arenosa precisam ser levadas em consideração para o correto manejo dos solos.

A relação entre manejo e atributos de solo sempre esteve ligada ao desenvolvimento dos povos, uma vez que solos de elevada fertilidade natural podem garantir a farta disponibilidade de alimentos e, ao mesmo tempo, dinamizar a economia, garantindo renda aos agricultores e pecuaristas. Por outro lado, indicadores como baixa capacidade de troca catiônica e saturação por bases, acidez elevada e alcalinidade podem inibir o desenvolvimento de comunidades que têm como atividade principal a agropecuária, pois são atributos limitantes à produção, demandando por estratégias mais específicas (Mazoyer e Roudart, 2008).

Solos com baixa fertilidade natural necessitam de maior atenção, especialmente quando são utilizados por técnicas relacionadas ao uso do fogo para limpeza, correção e fertilização, uma vez que a referida técnica pode exaurir, em pouco tempo, a capacidade produtiva destes solos (Lepsh, 2015, Pereira, 2022).

Em comunidades rurais como o povoado Mato Grosso, situado em Morros/MA, a história ambiental é definida por uma grande diversidade de populações tradicionais que, ao longo dos anos, manejam seus recursos naturais e adotam estratégias para contornar as limitações impostas pelo solo.

Atualmente, muito do que é visto sobre a degradação dos solos na região acima aludida é consequência da falta de planejamento e do uso cada vez mais

intenso do solo por meio do sistema itinerante de corte e queima da vegetação (roça tropical), fato que reduz o tempo de pousio e incorre na degradação da cobertura pedológica. Esses sistemas são realizados através da abertura de clareiras na mata, com uso controlado do fogo para a combustão da fitomassa cortada e cultivo sobre as cinzas. Nestas parcelas são instituídas culturas anuais e semiperenes, que, após um curto intervalo, são deixadas em pousio para regeneração florestal.

Estes sistemas agrícolas são praticados por comunidades tradicionais há várias gerações e, apesar de sua ancestralidade, há controvérsias sobre sua sustentabilidade. Assim, surgem conflitos ambientais gerados por uma aparente dicotomia entre a conservação dos recursos naturais e o manejo dos mesmos pelos quilombolas, visando sua manutenção e a garantia dos seus modos de vida.

O objetivo deste estudo é compreender os efeitos dos sistemas agrícolas itinerantes na fertilidade dos solos e as estratégias utilizadas pelo povoado Mato Grosso, no município de Morros, para lidar com a baixa fertilidade natural dos solos. O estudo mapeia as principais formas de uso da terra na área, com foco na comunidade que historicamente desenvolveu essas práticas únicas de gestão do solo, além disso visa caracterizar as principais atividades relacionadas à produção de alimentos e geração de renda, observando como a comunidade lida com esse desafio. O estudo também analisa os principais tipos de solos encontrados na região, destacando suas características e potencial de produção, com o intuito de analisar como essas práticas impactam o manejo do solo e a sustentabilidade agrícola local.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Tipo de pesquisa

A pesquisa é de caráter sistêmico, segundo Bertalanffy (1973), que afirma que as propriedades dos sistemas não podem ser descritas de forma significativa e completa a partir de seus elementos separados, sendo essencialmente totalizantes. Um sistema é definido como a combinação de partes interconectadas que formam um todo organizado ou complexo (Chiavenato, 1993). A pesquisa sistêmica envolve a análise de aspectos edafoclimáticos e socioeconômicos do universo em estudo por meio de dados secundários.

O estudo adota a abordagem do Método Sistêmico em Sistemas Agrícolas (Wagner et al., 2010; Drinkwater et al., 2016; Stamberg, 2021) conhecido como "farming systems Research" na Flórida (Drinkwater et al., 2016), classificada de acordo com a modalidade de participação do agricultor no processo de pesquisa. Essa abordagem centraliza-se na participação e na distribuição equitativa do poder entre os atores sociais, visando garantir o envolvimento e a auto identificação desse público com as ações propostas pela pesquisa. Dessa forma, a participação deve motivar pessoalmente os envolvidos, possibilitando o desenvolvimento de comportamentos e atitudes que os tornem sujeitos, não apenas objetos das intervenções do pesquisador, o que constitui uma necessidade humana e, portanto, um direito das pessoas.

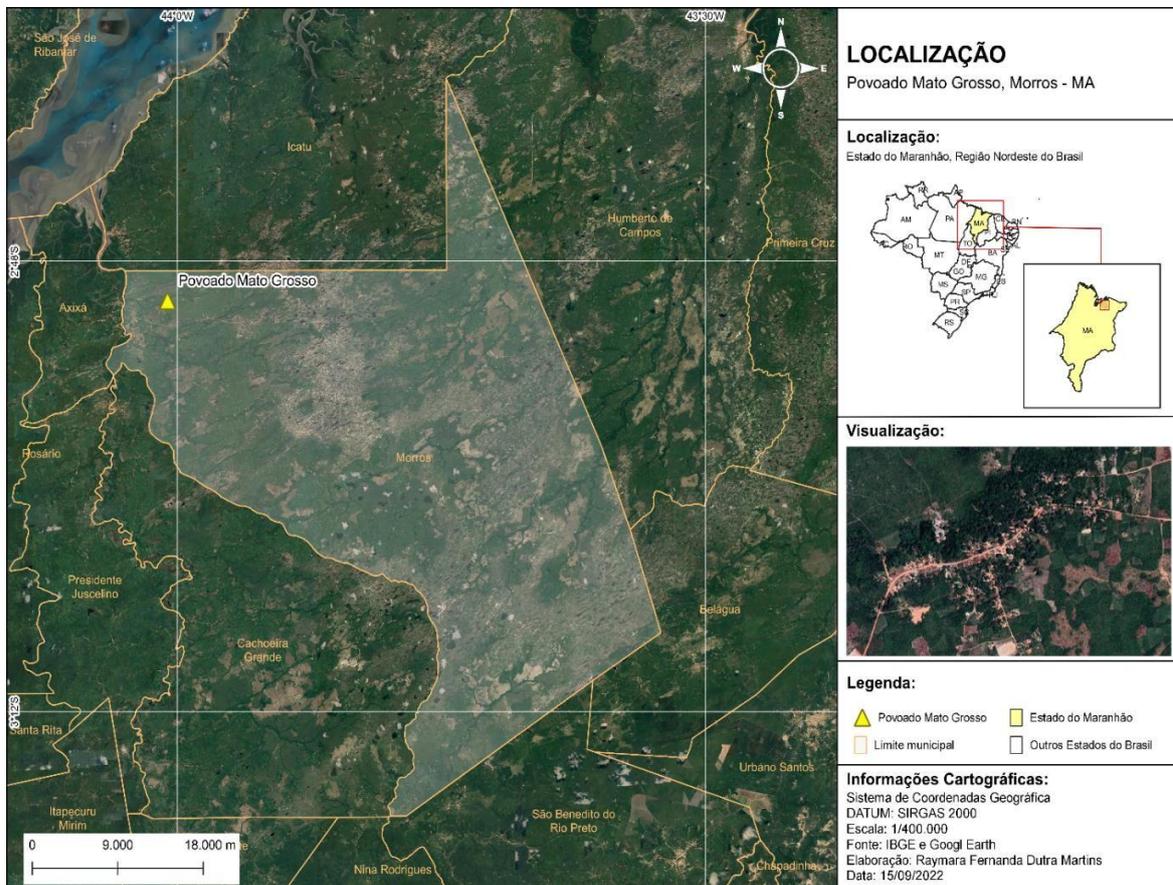
Assim, a presente pesquisa considera os condicionantes ambientais, sociais e sua relação com o solo, atentando-se às ações de manejo tanto de forma isolada quanto coletiva. Ela analisa o espaço rural para dimensionar as dificuldades e possibilidades das comunidades tradicionais, buscando compreender as dificuldades de manejo do solo e sua relação com a renda, alimentação, produção, saúde e sistemas de produção. Toma como base os critérios do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o uso da terra no município de Morros, no estado do Maranhão. Além disso, leva em conta a infraestrutura do município em relação ao interesse e investimento nas comunidades e na produção agrícola.

2.2 Área de estudo

O município de Morros está situado na Mesorregião Norte Maranhense e na Microrregião de Rosário, compreendendo uma área de 1.712,121km², com uma população de aproximadamente 19.708 habitantes e uma densidade demográfica de 10,37 hab/km² (IBGE, 2017). A sede do município tem as seguintes coordenadas geográficas -2°51'36" de latitude Sul e -44°01'48" de longitude Oeste de Greenwich. A sub bacia do rio Una que está localizada no município de Morros-Maranhão, componente da Bacia Hidrográfica do Rio Munim entre Latitude Sul 2° 45' 31. 10" e Longitude 44° 0' 15. 27" Oeste.

A pesquisa foi desenvolvida no povoado Mato Grosso uma comunidade remanescente de quilombo (Figura 01), região drenada pelo rio Una, localizada a 44° 01' 11.09" de longitude oeste e 02° 50'28.42" de latitude sul, e pertencente a este município, e fica aproximadamente a 4km da sede do Município de Morros.

Figura 01: Mapa de localização do Povoado Mato Grosso



FONTE: Base de dados: IBGE, 2023. Imagem: GOOGLE EARTH, 2023.

O povoado de Mato Grosso antes era chamado de Comunidade de São Benedito. Foi refúgio dos escravos se deu no antigo quilombo, um mangueiral de árvores centenárias, que atesta que esse local serviu de abrigo para os guerreiros da Balaiada antes de 1839. Anos mais tarde, as terras foram doadas por um senhor de engenho da região de Icatu, Maranhão, e os quilombolas começaram a habitar a margem esquerda do igarapé São Benedito, também conhecido como Rio Mato Grosso, afluente do Rio Una.

Os moradores de Mato Grosso descendem dos antigos habitantes de São Benedito e o aumento da população ocorreu com a chegada de Balbina Nascimento e Loureano, que eram retirantes cearenses. Ao longo dos anos, a comunidade foi abrigando novos moradores vindos de Saco das Almas, Pindobal, Morros e regiões vizinhas, assim como da capital do Maranhão, São Luís. São muitos os elementos que atestam que o povoado de Mato Grosso tem um forte processo de resistência cultural quilombola, no amplo sentido da palavra, envolvendo desde a consanguinidade até outras relações familiares, onde quem não é parente é compadre, comadre ou afilhado.

No contexto atual, 89 famílias vivem na comunidade, o que corresponde a 294 pessoas, incluindo crianças. A comunidade apresenta modos de produção muito peculiares entre as comunidades rurais quilombolas existentes, sendo o sistema de derrubada e queima o mais utilizado pelos agricultores na "roça", onde todos trabalham plantando lavouras temporárias, como mandioca, milho, feijão, arroz, entre outros. Além disso, a comunidade também se dedica a atividades de extrativismo, adaptadas ao tempo de colheita de cada fruto na região, e à pesca.

A origem do nome Mato Grosso tem relação com a vegetação densa, caracterizada por uma diversidade de árvores altas e pequenas, de troncos grossos, características de áreas de transição entre Cerrado e Amazônia. Essas áreas contêm espécies arbóreas e arbustivas como jatobá, jenipapo, andiroba, copaíba, jucara, mutamba, mangaba e mirim em áreas de vegetação secundária, com diferentes usos.

As características climáticas, segundo a classificação de Köppen, são tropicais (aw'), (Correia Filho, 2011), com acentuada deficiência hídrica, média anual de chuva de 1.738 mm, temperatura média anual de 26,5°C e evapotranspiração potencial de 1.579 mm (Sagrira, 2019). A estação chuvosa na região se concentra entre o segundo decêndio de dezembro e o segundo decêndio de junho, representando nesse período um total acumulado de chuvas de 1.589 mm, o que

corresponde a 91,4% da precipitação anual da região (Sagrira, 2019). O mês de janeiro marca o início da reposição de água no solo, depois de um longo período de estiagem entre junho e dezembro.

Os solos predominantes da região são o Neossolo Quartzarênico, e há ocorrências de Espodosolos, que apresentam textura arenosa e fortes limitações físico-químicas (Imesc, 2019).

2.3 Fontes de dados, instrumentos de coleta e de análise de dados

Para obtenção das informações necessárias buscou-se referências bibliográficas e com busca da temática em plataformas de periódicos como Scielo, Google Acadêmico e em revistas e bibliotecas online internacionais como Ilovephd e LibGen, Booksc.com tomando como partida estudos referentes a Pedologia, Fertilidade e manejo dos solos, Sistemas agrícolas, Comunidades tradicionais e Metodologias participantes. Foi realizado registro fotográfico e de informações sobre as estratégias econômicas para autoconsumo em solos com baixa fertilidade.

2.4 Aspectos Éticos

Nos aspectos éticos exigidos pela Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), a pesquisa está associada ao projeto de pesquisa “ que já possui aprovação do Comitê de Ética, sob o parecer consubstanciado N°xxxxxxxxx, protocolo xxxxxxxxxxx.

2. 5 Coleta e amostragem do solo

As amostras de solos foram coletadas em 2 perfis escavados em trincheiras abertas no final do mês julho de 2022 e novembro de 2023, com 2 m de comprimento, 1 m de largura e 2 m de profundidade. O procedimento de coleta seguiu a metodologia descrita no SiBCS (Santos et al., 2018) e (Ibge, 2015) para descrição morfológica do perfil do solo da área experimental e posterior classificação. Foi realizada a identificação das cores dos horizontes a partir da carta de Munsell, bem como a textura, estrutura e consistência de cada horizonte. Para a caracterização química e física dos solos, foram coletadas amostras deformadas (totalizando 3) por horizonte,

para determinação de atributos físicos como granulometria, potencial de água, aeração e resistência do solo à penetração. As amostras foram coletadas no perfil com massa aproximada de 1 kg que foram acondicionadas em sacos plásticos identificados.

Foram estudadas duas áreas de produção, onde 1 linha equivalia a 0,30 ha (em pousio, da mesma idade), e a amostragem para a determinação dos seus atributos físico-químicos foi realizada em novembro de 2023. Para tanto, foram coletadas 2 amostras deformadas para cada área. Nas áreas de produção (roças), utilizou-se cavadeira e uma pazinha para a coleta em profundidade de (0-20 cm). Em seguida, essas subamostras foram homogeneizadas em um balde plástico, colocadas em sacos plásticos, 1 kg de cada amostra composta e identificadas. Tanto as amostras do perfil quanto das roças foram encaminhadas para o laboratório de solos da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Na oportunidade, também foi solicitado parecer para culturas e culturas excedentes ao laboratório da Universidade.

Essas amostras foram analisadas de acordo com Embrapa (2017) para determinação do pH em água, fósforo (P), potássio (K) com o Extrator Mehlich 1; cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al) com o Extrator KCl - 1mol/L; H + Al com o Extrator Acetato de Cálcio 0,5mol/L - pH 7,0; matéria orgânica (MO) = C.Org x 1,724 – método de Walkley-Black; SB = Bases Trocáveis Totais, CTC (t) - Capacidade de Troca Catiônica Efetiva, CTC (T) – Capacidade de Troca Catiônica em pH 7,0, V = Índice de Saturação de Base, m = índice de saturação de base de alumínio e P-rem = Fósforo Remanescente, para análise da qualidade do solo.

As frações granulométricas foram divididas por seu diâmetro equivalente em matacões (>20 cm), calhaus (20 cm a 20 mm), cascalhos (<20 mm a 2,0 mm) e terra fina (<2,0 mm), regidas em solução de hidróxido de sódio (NaOH) 1 mol L⁻¹, pesadas e colocadas para secar em estufa. Após procedeu-se à pesagem das amostras e à anotação dos resultados (Embrapa, 2017). Sua quantificação permite classificar o solo quanto à proporção de frações grossas e possibilita inferências sobre algumas das características de interesse agrônomo e ambiental, como retenção de água, mecanização e erodibilidade (Embrapa, 2017 p. 22).

2.6 Caracterização dos sistemas de produção e geração de renda

Foram aplicados 30 questionários com 30 famílias, buscando traçar o perfil social e a percepção delas sobre o ambiente entre os meses de agosto e outubro de

2022. É importante ressaltar que o diálogo com os moradores teve início bem antes da aplicação dos questionários. O questionário foi organizado em módulos: no primeiro módulo, realizou-se a identificação com idade, nome, sexo, dados econômicos e sociais da família, quantidade de pessoas que residem e quantas delas estão envolvidas na produção, visando ter um controle dos dados, com base no número de pessoas por domicílio, como parte das informações relevantes para o estudo. Ainda no primeiro módulo, foram feitas perguntas sobre os tipos de solos mais adequados e os indicadores usados para a tomada de decisões, além das atividades agrícolas desenvolvidas.

Contudo, observaram-se algumas dificuldades de compreensão das perguntas, mesmo utilizando várias formas para esclarecer o entendimento. Assim, convoquei os moradores para uma roda de diálogo, foram convocados os moradores por meio de imagens associadas ao cotidiano deles, a formação dos solos e as dificuldades de manejo. Apresentei também o projeto de mestrado e seus objetivos, com a intenção de ajudá-los (Figura 02).

No segundo módulo do questionário foram inseridas questões sobre as estratégias de manejo do solo a fim de entender os sistemas produtivos da comunidade, e suas estratégias econômicas, mapeando as principais formas de uso da terra da comunidade. Na oportunidade, os comunitários pediram que, ao levar as amostras ao laboratório, eu solicitasse sugestões de culturas adequadas para o solo, bem como recomendações de adubação e correções apropriadas.

Questionou-se sobre os aspectos técnicos relacionados ao último ciclo de cultivo, como área cultivada, densidade de plantas, duração do ciclo, tipo de fertilizante (adubo), práticas de manejo da cultura, uso e intensidade de irrigação e rendimento (Sterwart, et al 2020). Por fim Foram estudadas duas áreas (em pousio, da mesma idade) foi realizada a amostragem do solo nas áreas de cultivo para a determinação dos seus atributos físico- químicos, como mencionado acima, após a coleta, tabulou-se os dados em forma de gráficos e tabelas, utilizando o programa Microsoft Excel 2013.

Figura 02: Registros fotográficos, roda de diálogo e apresentação do projeto.



Fonte: Dados da pesquisa / 2023.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Sistemas produtivos de baixa fertilidade no Brasil-Maranhão

A baixa fertilidade dos solos brasileiros está quase sempre relacionada à acidez do solo e toxidez por Al elevadas, com alta capacidade de retenção de P (fosforo) em função das condições climáticas e predominância geológica de vasta porção territorial situada na região tropical.

A baixa fertilidade pode ter causas naturais ou antrópicas. Como causas naturais destacam-se a gênese do solo e o intemperismo, como antrópicas a exaustão de nutrientes do solo, os sucessivos ciclos de produção e baixos níveis de adições via adubação. Esses fatores se confirmam nos relatórios elaborados pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação (Fao, 2021) e Embrapa que informam que cerca de 50% das terras latino-americanas estão degradadas, sendo a erosão, a perda de carbono orgânico e o desequilíbrio de nutrientes os principais problemas no Brasil. O ponto positivo é que quando se trata de esgotamento da fertilidade natural, além da análise do solo e da planta (análise foliar ou vegetativa), ela pode ser corrigida com adubação e reposição de nutrientes com calcário, gesso agrícola e fertilizantes minerais e orgânicos, que são medidas suficientes para diagnosticar problemas potenciais com a fertilidade do solo. (Ronquim, 2021).

Nessa perspectiva, buscando a sustentabilidade dos sistemas agrícolas frente às mudanças climáticas e ao aumento dos custos de produção, a agricultura de conservação desenvolve habilidades sistêmicas para conservar, recuperar e restaurar recursos naturais. A conservação agrícola tem três princípios básicos: redução ou ausência de revolvimento do solo, manutenção de resíduos vegetais/culturais, e diversificação de espécies em rotações de culturas, consórcios e/ou consorciação.

Como exemplo, a agricultura orgânica se destaca como um sistema de manejo sustentável que aplica os conhecimentos da ecologia, fundamentada em princípios agroecológicos e de conservação de recursos naturais. Brito (2016) afirma que no sistema de plantio direto, o cultivo orgânico pode ser uma opção viável para o manejo do solo, promovendo a conservação dos restos culturais e o aumento da matéria orgânica, adaptando-se a diferentes regiões e níveis tecnológicos.

Um dos principais obstáculos enfrentados pelos agricultores que utilizam esse sistema é o controle de plantas espontâneas, as quais devem ser geridas como parte integrante do sistema. Assim, o uso de coberturas vegetais que se adaptem aos

diferentes fatores edafoclimáticos e que se encaixem nos sistemas de rotação torna-se imprescindível (Salomão, et al, 2020; Brito, 2016).

Quanto a distribuição horizontal ou vertical dos nutrientes no solo é determinada pela natureza dos fatores envolvidos em sua formação e pode estar relacionada ao seu manejo, e isso se deve ao fato de que o material de origem não é uniforme em toda a sua extensão, pois o intemperismo não ocorre uniforme e continuamente. (Richter, et al, 2011, Lange et al 2019). Ainda de acordo com (Richter, et al 2011, Lange et al 2019), a variabilidade do solo é aleatória, no entanto, alguns estudos mostram que a variabilidade da química do solo apresenta uma correlação ou dependência espacial. Estudos têm mostrado a importância de conhecer a variabilidade espacial das propriedades do solo em sistemas de produção agrícola.

No Maranhão, o sistema mais utilizado pelos agricultores familiares é o de derrubada e queima, caracterizado pela alternância entre pousio e cultivo intensivo. No entanto, práticas de uso intensivo do solo têm contribuído para a rápida degradação ambiental.

Em contraste, um dos sistemas agrícolas menos agressivos e mantenedores da produção de alimentos no Estado é a agricultura de vazante, desenvolvida em regiões como na Baixada Maranhense, por dispor de amplas planícies fluviais e campos inundáveis. A cultura do arroz, nesse sistema, tem grande importância socioeconômica e caracteriza-se pelo baixo uso de insumos químicos (Farias Filho; Ferraz Júnior, 2009). Apesar da sua importância, são poucos os estudos científicos sobre a agricultura desenvolvida nas terras baixas da Baixada. As vantagens desse sistema estão relacionadas à produção sustentada, baseada principalmente nos teores elevados de matéria orgânica e na deposição de sedimentos, além do período de colheita, coincidindo com a entressafra para a agricultura itinerante (Farias Filho; Ferraz Júnior, 2009).

Outra prática interessante no Maranhão é o cultivo em aléias que tornou-se uma prática agroflorestal comum em algumas regiões do Brasil. Santos et al. (2018) analisaram os atributos químicos do solo em um sistema de cultivo em aléias no trópico úmido, mostrando resultados positivos em termos de incremento de matéria orgânica e elevação do pH nas primeiras camadas do solo. No entanto, há críticas a esse sistema devido ao tempo necessário para retorno e à ocorrência frequente de pragas, doenças e competição de ervas espontâneas.

3.2 Métodos e técnicas de conservação do solo para minimização de impactos ambientais

Nos últimos anos, o uso insustentável da terra levou ao surgimento de graves problemas de erosão, poluição e contaminação. O desenvolvimento agrícola sustentável pode produzir alimentos, fibras e combustíveis adequados para o crescimento da população global com danos ambientais mínimos, resolvendo o conflito ecológico entre a agricultura humana e o ambiente (Ongusola, 2020; Pereira, 2022). Existem muitos métodos de conservação do solo, que, para fins didáticos, podem ser classificados em três grupos principais representados por práticas edáficas, vegetativas e mecânicas.

As práticas edáficas são caracterizadas por modificações no sistema de cultivo que melhoram o controle da erosão e a fertilidade do solo, incluindo o controle do fogo, adubação verde, adubação química, adubação orgânica e calagem (Bertoni e Lombardi Neto, 2010). No entanto, poucos estudos analisaram o efeito do preparo do solo nas propriedades edáficas em nível de campo, conforme a perspectiva de Knudsen et al. (2017) e Mwititi (2022). Isso ocorre porque a quantificação das influências edáficas na qualidade do solo e perdas de biodiversidade requer investigações de longo prazo conforme (Triantafyllidis et al., 2020).

As queimadas são consideradas como uma forma rápida e econômica de limpar e combater doenças e consequências, em sistemas de agricultura itinerante, com nutrientes da biomassa, planejamento natural disponível em cinzas, contribuindo para a subsistência do agricultor. (Lepsh, 2015; Pereira, 2022).

Embora as cinzas possam ser usadas como fertilizante em solos agrícolas, as cinzas da biomassa também fazem a correção da sua acidez. Porém, solos sujeitos a queimadas frequentes são expostos à erosividade e volatilização dos elementos necessários à nutrição das plantas, portanto, a queima de florestas, pastagens e restos culturais deve ser evitada ou, no mínimo, controlada no tempo e no espaço (Silva, 2019).

Áreas de agricultura intensiva podem ser tratadas também como medidas de conservação edáfica. O sistema de rotação de culturas aumenta a eficiência dos sistemas agrícolas, sendo essencial na prática da agricultura sustentável. Em contraste com monoculturas ou rotações de cultivo duplo, rotações de culturas diversificadas referem-se a um conjunto ou múltiplas rotações de três ou mais culturas.

Uma seleção de cuidados de um esquema de rotação de culturas pode

reduzir os trade-offs entre culturas e os impactos ambientais, mantendo a fertilidade do solo, interrompendo o ciclo de ervas daninhas e doenças, fortalecendo as condições do solo e aumentando a eficiência de nutrientes, além de evitar a propagação de doenças transmitidas pelo solo (Shah et al., 2021), considerando que a saúde e a qualidade do solo são influenciadas pelos métodos de produção agrícola e pela associação de culturas a partir de uma variedade de perspectivas espaciais e temporais (Idowu, 2020).

Os métodos vegetativos incluem o plantio em nível, culturas em faixas de rotação e faixas de retenção (Drugowich, Stivari, 2014; Cruz et al., 2021; Pereira, 2022). O plantio em nível, também conhecido como semeadura em contorno, consiste em realizar todas as operações de plantio e cultivo seguindo o traçado das curvas de nível. Esse método é uma medida simples de controle de erosão, oferecendo eficiência na implantação de outras práticas conservacionistas de menor custo e complementando as práticas vegetativas (Drugowich, Stivari, 2014).

Culturas em faixas de rotação são fileiras de plantas perenes e densamente plantadas, geralmente em nível. Em culturas anuais, crescem continuamente em uma única faixa ou em rotação, com faixas estreitas de vegetação intercaladas para formar cordões contínuos (Cruz et al., 2021). Culturas perenes utilizam vegetações permanentes, criando barreiras vivas entre árvores para controlar a erosão e a quebra-vento, e escolhendo o solo à superfície superior em terraços gradualmente. (Drugowich, Stivari, 2014). Para solos cuja vegetação foi suprimida, tem-se o reflorestamento, com o plantio de florestas artificiais, que reduz a erosão do solo (Liu et al., 2020).

Os métodos mecânicos são utilizados como procedimentos que recorrem a estruturas artificiais. Englobam práticas como aração, plantio em curvas de nível, terraços em camalhões, bacias de captação de águas pluviais, barragens para a contenção da água decorrente do escoamento superficial, entre outras (Pruski et al., 2009; Lepsh, 2015). No sistema de preparo convencional, é utilizado a aração seguida de gradagem (Santiago, Rosseto, 2022). A primeira aração é profunda e deve ser feita bem antes do plantio. O objetivo é destruir os restos de soqueira ou vestígios da cultura anterior e os vestígios culturais existentes, utilizando herbicida ou enxada rotativa para destruir as raízes (Santiago, Rosseto, 2022). Gradagem é uma técnica de romper e nivelar terra, com cortes adicionais para preparar a sulcação e aração profunda para melhorar o ambiente, mas é desvantajoso em regiões tropicais, como

matéria orgânica. (Rosseto, Santiago, 2022).

O terraço é um dos métodos mecânicos considerados muito eficientes de controle de erosão das terras agrícolas (Drugowich, Stivari, 2014). As escolhas relativas ao tipo devem ser baseadas em atributos técnicos, topografia do terreno, condições climáticas, cultura a ser implantada, sistema de cultivo e disponibilidade de máquinas (De Maria et al., 2016).

Assim, para Drugowich, Stivari (2014) tão importantes quanto a qualidade e execução do projeto, são as etapas posteriores, como a manutenção adequada de todos os componentes do sistema como pode ser citado, a limpeza e melhoria da infiltração nos canais; a manutenção do nível e o reforço dos pontos frágeis dos camalhões a racionalidade no manejo das áreas entre os terraços, pelo uso efetivo e concomitante das medidas de conservação recomendadas para a cultura. Quando mal projetada poderá causar muito mais estragos do que benefícios, pois se um camalhão se romper o mesmo acontecerá com todos os outros abaixo dele, causando profundos sucros de erosão.

3.3 Classes de Solos com Maiores Limitações Morfológicas, Física e Químicas

A Classificação de Capacidade de Uso do Solo é uma interpretação das limitações dos solos que impactam seu uso agrícola. Essa classificação expressa o grau de limitação por meio da classe de capacidade e o tipo de limitação por meio da subclasse. No Brasil, devido à extensa diversidade de solos, existem 13 classes de no Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (SiBCS).

Alguns solos, como os Latossolos e Argissolos, apresentam limitações morfológicas, físicas e químicas. Os Latossolos são solos profundos, ácidos e de baixa fertilidade natural (Santos et al, 2018). Apresenta horizonte B latossólico abaixo de qualquer tipo de A, com um aumento quase nulo ou pouco acentuado do teor de argila de A para B (Santos et al, 2018). Podem ser divididos em subordens como Latossolo Amarelo, Latossolo Bruno, Latossolo Vermelho-amarelo e Latossolo Vermelho. Constituem a maior parte do território brasileiro, ocupando pouco mais de 30% do país (Resende et al, 2021). Além da baixa fertilidade e da alta saturação por alumínio, algumas subordens apresentam problemas físicos, como permeabilidade restrita (elevada coesão dos agregados, tornando-se extremamente duros quando secos) e infiltração lenta de água. Os solos de textura mais argilosa tendem ao selamento superficial, influenciados pelas chuvas torrenciais próprias dos climas equatoriais e tropicais. Quando utilizados para lavouras ou pastagens, são altamente suscetíveis à erosão se permanecerem desprotegidos (Sousa; Lobato, 2021) sob relevo mais movimentado.

Estes solos são altamente intemperizados, com reservas reduzidas de nutrientes para as plantas, geralmente apresentando baixa a média capacidade de troca de cátions. Mais de 95% dos latossolos são ácidos e distróficos, com pH entre 4,0 e 5,5, e teores extremamente baixos de fósforo disponível, frequentemente inferiores a 1 mg/dm³. Em sua maioria, apresentam grandes problemas de fertilidade (Sousa; Lobato, 2021). Geralmente, possuem teor de silte inferior a 20% e argila variando entre 15% e 80%. Sua alta permeabilidade à água permite que sejam trabalhados em diversas condições de umidade. São adequados para culturas anuais, perenes, pastagens e reflorestamento. Do ponto de vista químico, alguns desses solos, devido ao avançado estágio de intemperização, apresentam inversão no balanço de cargas em relação aos demais solos (Oliveira, Jacomine, Couto, 2017).

Os Argissolos distróficos e os alíticos apresentam baixa fertilidade natural

e acidez elevada. Os eutróficos são naturalmente mais ricos em elementos (bases) essenciais às plantas, como cálcio, magnésio e potássio. Ocorrem em diferentes condições climáticas e de material de origem. Sua ocorrência está relacionada, em sua grande maioria, a paisagens de relevos mais acidentados e dissecados, com superfícies menos suaves (Zaroni, Santos, 2021). Suas limitações estão mais relacionadas à baixa fertilidade, acidez, teores elevados de alumínio e à suscetibilidade aos processos erosivos, principalmente quando presentes em relevos mais ondulados (Zaroni, Santos, 2021).

Os Nitossolos, embora não sejam muito expressivos no mapa de solos, ocorrem localizadamente sob vegetação de floresta (Oliveira, Jacomine, Couto, 2017). São constituídos por material mineral, com horizonte B nítico imediatamente abaixo do horizonte A, devido à relação textural insuficiente para caracterização textural, normalmente inferior a 1,5 (Oliveira, Jacomine, Couto, 2017). Podem ser divididos em subordens como Nitossolo Bruno, Nitossolo Vermelho e Nitossolo Háptico (Santos et al, 2018). Podem ser distróficos ou eutróficos, com baixa a alta acidez. Devido à mineralogia predominantemente caulínica e oxidica, apresentam argila de atividade baixa (Resende et al, 2021).

Os Luvisolos são solos minerais eutróficos, não hidromórficos, geralmente pouco profundos a rasos, com horizonte B textural (Bt) e argila de alta atividade (Santos et al, 2018). Possuem horizonte A fraco ou moderado e geralmente estão associados à pedregosidade, especialmente na Depressão Sertaneja (Filho, et al, 2017). Por serem solos eutróficos, com média à alta soma de bases e reação moderadamente ácida a ligeiramente alcalina, são considerados de alta fertilidade natural. No entanto, várias características são restritivas ao uso agrícola e estão relacionadas à pequena profundidade efetiva, à sodicidade e salinidade e seus riscos, à pedregosidade e/ou rochosidade, à alta suscetibilidade à erosão em relevo movimentado (Araújo Filho, et al, 2017, p. 257). Mesmo com as restrições existentes, existem projetos com áreas sob cultivo irrigado com esses solos, principalmente no extremo nordeste do Estado de Sergipe.

Os Chernossolos são solos minerais não hidromórficos, eutróficos e ricos em Ca^{2+} e Mg^{2+} . Caracterizam-se por apresentar um horizonte superficial escuro e fértil (A chernozêmico) sobre um horizonte B textural ou B incipiente com argila de atividade alta ou, ainda, sobre materiais ricos em carbonatos (Santos et al, 2018). São pouco profundos, com textura média a argilosa em superfície e argilosa a muito

argilosa em subsuperfície (Almeida, 2021). O material de origem desses solos relaciona-se com rochas básicas, rochas calcárias ou sedimentos ricos em carbonatos (Araujo Filho, 2017; Almeida, 2021). No domínio da caatinga, sua expressão geográfica ocupa, no máximo, 0,5 da área, conforme Filho et al. (2017).

As limitações de uso estão relacionadas à erosão, pois geralmente ocorrem em relevo ondulado ou fortemente ondulado (Almeida, 2021), características favoráveis ao uso agrícola estão relacionadas com a presença do horizonte A chernozêmico, alta soma de bases, reação moderadamente ácida a ligeiramente alcalina e reserva de minerais primários facilmente alteráveis (Resende et al, 2021).

3.4 Sistemas de Manejo em Neossolos Quartzarênicos e em Espodossolos

Os solos arenoquartzosos são profundos a muito profundos, excessivamente acentuadamente drenados e apresentam textura de areia ou areia franca até 2 metros de profundidade (Araújo Filho et al., 2017). O Espodossolo está fortemente associado ao Neossolo Quartzarênico, por ambos ocorrerem em paleodunas. Este material arenoso, pobre em ferro e em condições de lençol freático elevado (por vezes menos elevado), tem a tendência de formar Espodossolos (Resende et al., 2021). Geralmente, pode variar em espessura, permeabilidade e profundidade, condicionado à deficiência de oxigênio (ΔO), à anoxia e à deficiência de água (ΔA).

O Neossolo Quartzarênico é profundo (permitindo o livre crescimento das raízes), pobre em nutrientes e em disponibilidade de água na superfície. As plantas perenes que conseguem aprofundar as raízes são favorecidas pela maior disponibilidade de água em regiões mais profundas dos horizontes C. Esse sistema é muito propício para plantas pioneiras, tanto o Neossolo Quartzarênico quanto o Espodossolo Hidromórfico (EKg, ESg, ESKg), que, em geral, são pobres em nutrientes, têm forte aquecimento próximo à superfície, estão sujeitos a ventos constantes, entre outros fatores. Tornam-se ambientes mais favoráveis às plantas quando estas cobrem o solo de maneira mais efetiva (Resende et al., 2021). No entanto, esses solos possuem alta capacidade de absorção de água. O Neossolo Quartzarênico tende a absorver muito pouco fósforo. Por outro lado, retém menos água por volume e tem baixa ou nula reserva mineral (Ker et al., 2017; Resende et al., 2021).

As desvantagens incluem rápida infiltração de água, baixa ou ausente reserva mineral e baixa capacidade de troca de cátions, o que interfere no manejo da calagem e da fertilização, principalmente em culturas mais exigentes, como algodão e batata. Prevê-se que o Neossolo Quartzarênico, especialmente aquele com areia grossa, tenha maior possibilidade de uso onde o déficit hídrico anual é menor (para plantas perenes) e os períodos secos sejam muito curtos ou ausentes (para culturas anuais) (Ker et al., 2017; Resende et al., 2021).

A utilização agrícola desses solos é muito limitada devido à baixa capacidade de Troca Catiônica (CTC), retenção de água e drenagem excessiva (Araújo Filho et al., 2021). As características mais favoráveis ao uso agrícola estão

relacionadas à grande profundidade efetiva, geralmente superior a 200 cm, e às condições de drenagem favoráveis. As limitações devem-se à exígua reserva de nutrientes associadas à mineralogia essencialmente quartzosa; à baixa capacidade de armazenamento de água e de nutrientes; e ao déficit hídrico regional. Com disponibilidade de água para irrigação, esses solos podem ser utilizados para fruticultura. Em algumas áreas, são cultivadas sob manejo irrigado, com uso de gotejamento e fertirrigação no Vale do São Francisco. As principais culturas incluem coco, manga, mamão, banana, goiaba, melancia, amendoim e uva. Também se destaca o cultivo de caju na região dos tabuleiros costeiros do Ceará. Nas áreas sem hidromorfismo, são cultivadas mandioca, mangabeira e cajazeira (Neto Silva, 2021).

O Espodossolo apresenta drenagem muito variada; quando melhor drenado, tem, até certo ponto, um comportamento semelhante ao do Neossolo Quartzarênico. Essa classe de solo tem baixa fertilidade e limitada disponibilidade de nutrientes, elevada acidez com pouco incremento de argila no horizonte B espódico. Nestes solos, devido à drenagem variável e à baixa drenagem no horizonte subsuperficial endurecido ou cimentado, que limita o crescimento de raízes, normalmente estão associados a áreas de preservação ambiental, devido à sua limitação para uso agrícola. No entanto, são usados para cultivo de coqueiros em áreas litorâneas, nos estados do nordeste, ES, RJ (Vidal Torrado; Ferreira, 2017) e de pinus (Resende et al., 2021). Em alguns casos, são usados para o cultivo de cana-de-açúcar (Resende et al., 2021; Carvalho, 2015).

Estudos recentes, conduzidos por Pacheco et al. (2021), sobre o manejo e conservação de solos em sistemas de produção de grãos na Mata Atlântica do Nordeste brasileiro, identificaram que, devido à predominância de horizontes arenosos nos solos, estes apresentam baixa retenção de umidade e baixo teor de fósforo, o que limita sua utilização para fins agropecuários e constitui um fator de degradação de pastagens. Utilizando o método recomendado pela Embrapa para Solos da Amazônia Ocidental, Guimarães et al. (2015) analisaram os atributos químicos de um Espodossolo em função do tempo de pousio em áreas cultivadas com mandioca.

Eles constataram que não houve diferença nos teores de fósforo entre as áreas estudadas, e verificou-se que os teores estão abaixo do recomendado para a cultura da mandioca. O tempo de pousio de um, dois ou três anos utilizado na agricultura indígena, em áreas cultivadas com mandioca, é insuficiente para recompor os atributos químicos de um Espodossolo Ferrocárbico. Áreas com floresta natural ou

que passaram pelo pousio de um, dois ou três anos apresentam pH menos ácido do que as áreas de mandioca recém-colhida. Os manejos de pousio adotados não diminuem a saturação por Al dos solos, o que evidencia a necessidade de correção química do solo para recompor a fertilidade.

Por fim, Lopes et al. (2016) orientam que áreas com solos naturalmente pobres tendem a utilizar modelos de produção denominados sistemas produtivos ecológicos e/ou agroecológicos para melhorar a sustentabilidade produtiva, econômica e ecológica dos agroecossistemas. Eles propõem um sistema de manejo baseado nos recursos locais e numa estrutura operacional adequada às condições ambientais e socioeconômicas existentes, garantindo a conservação e o aprimoramento dos recursos locais. O autor ressalta que a fertilidade dos solos e dos agroecossistemas está relacionada com as práticas agrícolas desenvolvidas nas unidades produtivas, as quais precisam ser adaptadas às características edafoclimáticas locais para não causarem impactos negativos ao solo, incluindo, além do substrato, os microrganismos responsáveis pela vida do mesmo (Lopes et al., 2016).

3.5 Definição e caracterização dos Neossolos Quartzarênicos e Espodossolos

Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos - SiBCS (Santos et al., 2018), os Espodossolos são solos constituídos por material mineral, com horizonte Espódico abaixo de E, A, ou de horizonte hístico (< 40 cm), dentro de 200 m de profundidade, ou até 400 cm, quando as somas dos horizontes A+E ou do horizonte hístico+E, ultrapassar os 200 cm de profundidade. Apresentam, geralmente, seqüências de horizontes A, E, Bh/Bhs/Bs e C, com nítida diferenciação entre eles.

No nível das subordens, a classificação dos Espodossolos é definida no SiBCS em função da acumulação aluvial de acúmulo de ferro e/ou matéria orgânica o horizonte B espódico. Com relação aos compostos iluviais predominantes, quando esse acúmulo é de matéria orgânica e alumínio, os Espodossolos são classificados como Espodossolos Humilúvicos (Bh); quando o acúmulo é de ferro, são chamados de Espodossolos Ferrilúvicos (Bs); e quando ocorre acúmulo de matéria orgânica, ferro e alumínio, são classificados como Espodossolos Ferrihumilúvicos (Bhs). Ao identificar os horizontes Bh, Bs e Bhs, os principais componentes aluviais foram identificados morfologicamente. Na definição desses horizontes, o SiBCS utiliza a cor, o acúmulo de MO ou Fe e apresentar horizonte hístico ou Eg. Todos são definidos por critérios químicos.

Na taxonomia do solo, *Soil taxonomy* (United States, 2010) a diferenciação das subordens é feita pelos regimes de temperatura e umidade do solo, horizonte superficial e estado de decomposição da material orgânica. Nesta classificação, as subordens dos Espodossolos são: *Aquods*, *Cryods*, *Gelods*, *Humods* e *Orthods*, entre umas das doze ordens de solo reconhecidas no sistema de taxonomia de solo do Departamento de Agricultura dos EUA e o tipo de solo mais comum (April et al, 2004).

Os *Aquods* são Espodossolos submetidos a condições de hidromorfismo, com horizonte superficial escuro, sobre um horizonte alábico, e este, sobre um horizonte B de acumulação de argila, substâncias orgânicas e sesquióxidos. Os *Gelods* estão presentes em regiões de temperatura abaixo ou igual a 0°C. Os *Cryods* são Espodossolos presentes em regiões de temperatura abaixo ou igual a 8°C. Os *Humods* são Espodossolos bem drenados com acúmulo de matéria orgânica, alumínio e ferro. *Orthods* são Espodossolos bem drenados com acúmulo de matéria orgânica, alumínio e ferro no horizonte B.

O sistema Fao/Unesco é usado em conexão com a *Soil Map of the World*, da FAO, endossado pela FAO e pela sociedade Internacional de Ciência do Solo como um sistema universal (WRB) substituir as classificações nacionais, levando em conta as diversidades locais, que devem ter níveis categóricos mais baixos. Este Sistema é baseado em propriedades de solo, que, na medida do possível, são mensuráveis e observáveis em campo e em horizontes de diagnósticos. Parâmetros climáticos não foram considerados neste sistema. Espodossolos são solos com horizonte subsuperficial tipicamente cinza, características pela perda de matéria orgânica de óxido de ferro, sobre um horizonte de acumulação escuro, marrom e preto, ou avermelhado, com inundações de húmus e / ou combinações de ferro (Embrapa, 2010).

A Austrália possui um sistema de classificação multicategórico, com classes definidas com base em horizontes diagnósticos. Os Espodossolos são chamados de *Podosol* e são definidos como solos que possuem um horizonte Bs (dominância visível de compostos de ferro), um horizonte Bhs (compostos orgânicos, alumínio e ferro) ou um horizonte Bh (compostos orgânicos e alumínio).

Esses horizontes podem ocorrer isoladamente em um perfil ou em combinações. As subordens são baseadas nas condições de drenagem e classificadas como *Aeric* (condições de drenagem livre), *Semiaquic* (sujeitos a saturação de curto prazo) e *Aquic* (sujeitos a saturação de longo prazo). Os grandes grupos são classificados de acordo com as características observáveis do horizonte B, que refletem a dominância de ferro ou compostos orgânicos e duas distribuições na zona de acumulação. A coloração escura reflete a acumulação de matéria orgânica e as cores vivas, acumulação de ferro. Alguma matéria mineral estará presente nesta camada, provavelmente arremesso de árvores ou atividade de escavação de invertebrados, mas não muito (April et al., 2004). O alumínio está sempre presente, mas como geralmente está complexado por matéria orgânica, normalmente não imprime coloração visível, salvo alguns horizontes quando grandes quantidades de alumínio e sílica amorfa (compostos de imogolita-alofana) estão presentes podendo induzir uma coloração marrom amarelado (Carvalho, 2011).

Na sistema canadense, de acordo com o *Soil Classification Working Group* (1998) e *Pedosphere* (2014), a classificação é hierárquica e se baseia em propriedades observáveis e mensuráveis do solo que reflete processos de

pedogênese e fatores ambientais. Possui as seguintes unidades categóricas: ordem, grande grupo, subgrupo, família e série, contudo não possui subordem, ao contrário dos sistemas brasileiro e norteamericano. A ordem dos Espodosolos neste sistema é chamada de *Podzolic* e em função de uma combinação de critérios morfológicos e químicos do horizonte B, subdivide-se em três grandes grupos: *Humic*, *Ferro-Humic* e *Humo-Ferric*. Os *Humic* ocorrem em locais molhados e ficam saturados com água durante alguns períodos do ano. Caracteristicamente, ocorrem sob brejos, florestas e vegetação litorânea ocidental, em ambientes de franja marítimos. Os *Humo-Ferric* ocorrem em locais menos úmidos e úmidos sob vegetação de coníferas e floresta decídua. Estes solos geralmente se desenvolvem de material com textura grossa, ricos em ferro, não calcários ou de materiais dos quais o silte foi removido. Os *Ferro-Humic* ocorrem tipicamente em partes mais úmidas, sob vegetação de floresta, brejo ou floresta de musgo encoberto.

O Neossolo não apresenta expressivo desenvolvimento pedogenético; não há horizonte diagnóstico. Pode ser classificado (subgrupo) em Neossolo Litólico, Neossolo Flúvico, Neossolo Regolítico e Neossolo Quartzarênico. São solos pouco evoluídos constituídos por material mineral ou por material orgânico com menos de 20 cm de espessura, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Horizontes glei, plíntico, vértico e A chernozêmico, quando presentes, não ocorrem em condição diagnóstica para as classes Gleissolos, Plintossolos, Vertissolos e Chernossolos, respectivamente. (Santos et al, 2018).

Apresentam predomínio de características herdadas do material originário, o qual confere grande variabilidade entre as subordens. Os Neossolos Quartzarênicos podem ser classificados no terceiro nível categórico do SiBCS como Hidromórficos ou Órticos. Sendo que os Neossolos Quartzarênico Órticos apresentam limitações ao uso agrícola. (Santos et al, 2018).

As sequências de horizontes do tipo A, C1, C2, C3; C1/C2 e/ou Cx, etc.; com o horizonte superficial A do tipo fraco ou moderado, com espessura entre 5 a 35 cm, podendo ser mais espesso. Se subdividem em níveis de classificação mais baixos em Neossolos Litólicos (horizonte superficial diretamente sobre rocha sã ou semidecomposta, ou horizonte C ou Cr); Regolíticos (solos com material superficial assente sobre rocha ou horizonte C ou Cr a mais de 50 cm de profundidade, com ocorrência de minerais primários); Flúvicos (derivados de sedimentos aluviais) e quartzarênicos (solos arenosos, de textura areia ou areia franca) (Santos et al, 2018).

Os Entisols (Taxonomia de solo do USDA) são definidos como solos que não apresentam nenhum perfil de desenvolvimento além de um horizonte A. Os Entisols não possuem horizontes diagnósticos, e a maioria está basicamente inalterada em relação ao seu material original, que pode ser sedimento ou rocha inconsolidada. Os Entisols são a segunda ordem de solo mais abundante, ocupando cerca de 16% da área global de terra livre de gelo (United States, 2022).

No WRB, devido à diversidade das propriedades, as subordens dos entisols formam grupos de solos de referência individuais: Psamments correlacionam-se com arenossolos e fluvents com fluvisolos. Muitos Orthents pertencem a Regossolos ou Leptossolos. A maioria dos Wassents e subgrupos aquáticos das subordens pertencem aos Gleissolos. subordens: Aquents, Fluvents, Orthents, Psamments, Wassents. (United States, 2022).

No ASC (Australian Soil Classification) ,até 2014 as areias profundas eram classificadas como pertencentes a diversas ordens de solos, principalmente em nível de subordem como tenossolos órticos (orthic Tenosols) branqueados ou órticos vermelhos, marrons, cinza, amarelos ou pretos. A classificação destes solos como Tenosols era, portanto, considerada inadequada.

Apos diversas discussões entre os pedólogos do ASC , atualmente os solos com textura de campo predominantemente areosa ($\leq 10\%$ teor de argila) e sem horizontes contendo mais de 15% de argila nos 1,0m superiores do perfil são classificados como Arenosolo (Arenosols) Arenossolos geralmente não têm pedregalhos (Horizontes) observáveis além de algum desenvolvimento estrutural no *horizonte A1* . (Isbell, 2021)

A reclassificação também pode ser necessária para outros solos arenosos onde o exame profundo abaixo de 1,0 m revela horizontes B profundos e mais argilosos, mas ainda assim de acordo com a classificação atual até a camada D, o solo permanece classificado como Arenosolo (Isbell, 2021). A classificação está aberta para mudanças, pois as atualizações não estão totalmente definidas.

Os solos Regosólicos do Canadá correlacionam-se com a Ordem Entisol da Taxonomia de Solos dos EUA. Os solos do Grande Grupo Regosol são subdivididos em quatro subgrupos, Órtic Regosol; possuem pequena quantidade de matéria orgânica na seção controle, que é indicada por uma cor uniforme; Regosol Cumúlic, desenvolvem a partir de materiais originais depositados durante inundações intermitentes, comumente em planícies aluviais, Regosol Gleyed; apresentam

manchas fracas a distintas que indicam fraca gleização dentro de 50 cm da superfície e Regosol Gleyed Cumúlic apresentarem manchas fracas a distintas dentro de 50 cm da superfície mineral, indicando condições redutoras (Canada, 2015).

A Fao usa como referencia a taxonomia dos solos dos EUA, e tem como grupo e subgrupo os Arenosol, *cambic*, *luvic*, *ferralic*, *albic*. Para a Fao – Unesco os Arenosols, consiste em areias não consolidadas transportadas pelo vento ou depositadas pela água, considerado um dos solos mais inerentemente inférteis dos trópicos e subtropicos, com reservas muito baixas de nutrientes ;no entanto, se forem fornecidos insumos químicos, eles rendem bem; os Arenosols têm resiliência moderada e baixa sensibilidade (Fao, 2015).

3.6 Química e mineralogia dos Neossolos e Espodossolos

Os Espodossolos são caracterizados como solos naturalmente ácidos e carentes em cátions básicos. A acidez é mais elevada nos horizontes superiores do solo, com valores médios de pH de cerca de 3,7, e mais baixa nos horizontes C, com valores médios de pH de cerca de 4,8 (Brady, 1989; Weil & Brady, 2017). As concentrações de cátions básicos trocáveis (tais como cálcio, magnésio, potássio e sódio, fracamente ligados à matéria orgânica e partículas de argila) estão presentes em quantidades bastante baixas, embora sejam suficientes para sustentar um ecossistema florestal saudável (White et al., 1996). A porcentagem de matéria orgânica (determinada pela perda ao fogo) é maior na superfície, diminui acentuadamente no horizonte E, aumenta ligeiramente no horizonte Bs/Bh e depois decresce com a profundidade (Brady, 1989; Weil & Brady, 2017).

A saturação por bases (V%), que representa a porcentagem de locais de troca disponíveis ocupados por cátions básicos, também é maior nas camadas superficiais, onde nutrientes como o cálcio são reciclados pela decomposição de restos vegetais (White et al., 1996). O horizonte C torna-se pobre em carbono orgânico, enquanto o intemperismo mineral é mais intenso nos horizontes superiores dos perfis (Brady, 1989; Weil & Brady, 2017). O ferro, transportado para baixo, acumula-se no horizonte B. Todos os elementos mostram sua maior depleção no horizonte E, uma zona eluviada pobre em matéria orgânica, aumentando em concentração até os níveis do material original não intemperizado em profundidade (Weil & Brady, 2017).

É importante notar que nos Espodossolos, com fertilidade relativamente baixa e baixa disponibilidade de cátions nutrientes para o crescimento das plantas, o intemperismo de minerais acessórios fornece uma fração desproporcionalmente grande de cátions nutrientes para os locais de troca do solo em comparação com sua baixa abundância no solo (April et al., 2004).

Os Neossolos mantêm características próximas ao material de origem. Os Neossolos Quartzarênicos apresentam baixo teor de matéria orgânica e nutrientes, predominando minerais como o quartzo. Assim, não há reserva mineral para as plantas. Esses solos facilitam as operações de manejo e têm baixa fixação de fosfato. Por outro lado, retêm menos água por volume, possuem baixa ou nula reserva mineral, o que afeta o manejo da calagem e dos fertilizantes, especialmente em culturas mais

exigentes como algodão e batata (Donagema et al., 2016).

Os teores "totais" e trocáveis de Ca e Mg, bem como "totais" e disponíveis de K nos Neossolos Quartzarênicos, são menores em comparação com todos os solos, o que está de acordo com a pobreza geral dos sedimentos muito arenosos que lhes dão origem. Isso é corroborado pela sua mineralogia, essencialmente quartzítica, geralmente com pouquíssima caulinita, conforme relatado por Castro et al. (2010). Trata-se de um sistema pedológico praticamente inerte, em que a reserva e a disponibilidade desses nutrientes dependem primordialmente da presença de matéria orgânica no solo e das adubações corretivas e de manutenção.

Os Neossolos Litólicos de origem basáltica apresentam maiores teores de argila, enquanto os solos de origem arenítica possuem elevados teores de areia. Essa predominância da fração areia indica a presença de minerais residuais resistentes ao processo de alteração pedogenética, como o quartzo e os feldspatos. Apesar de sua origem basáltica, apresentam textura franco-argilosa e textura franco-arenosa. No grau de floculação, os solos Neossolos Litólicos apresentam o grau mais alto de floculação, refletindo uma tendência a melhores condições de estruturação (Alho et al., 2010).

O Neossolo Flúvico tem Horizonte A sob camadas estratificadas em pelo menos metade do volume dos primeiros 200 cm e / ou irregularidade de carbono orgânico com profundidade. No leito maior a parte mais argilosa encontra-se logo após o dique natural, mais elevado e arenoso, às margens. Com o transbordamento depositam-se partículas mais grosseiras tectossilicatos e principalmente, de imediato as partículas mais finas argilas e silte em suspensão depositam-se mais lentamente formando o Brejo Gleissolo (Solo Hidromórfico) (Resende, 2021).

O Neossolo flúvico tem textura mais grossa do que o Gleissolo Hidromórfico que lhe é adjacente. No neossolo Flúvico tectossilicato, quartzo feldspato e mica são os minerais principais já o Gleissolo tem mais filossilicatos secundária a argila. Ambos podem ser eutróficos ou distróficos. Contudo, o Neossolo Flúvico pelas razões mencionadas tende a ser mais eutrófico do que o Gleissolo (Resende, 2021).

3.7 Fertilidade natural

O desenvolvimento da história sobre o trabalho para construção da fertilidade agrícola no Brasil teve início com o grande ciclo da cana de açúcar e do café, inicialmente com o estudo da fertilidade natural dos solos florestais e o conhecimento da necessidade de migração para novas áreas quando essa fertilidade natural se esgotava. Décadas mais tarde, a partir de observações práticas desde o início, foram desenvolvidas pesquisas sobre a fertilidade do solo, englobando o uso de fertilizantes orgânicos e minerais, a fim de estabelecer práticas de adubação práticas e sustentáveis.

A qualidade e a importância desse recurso para assegurar ativamente a sustentabilidade do meio ambiente e, assim, diminuir o processo de degradação, geraram discussões importantes durante a década de 1990 (Bouma, 2002; Havlin et al., 2017). Segundo Oliveira et al. (2011), para avaliar adequadamente um solo em um determinado sistema de produção agrícola, é necessário considerar seus atributos físicos e químicos. Portanto, o conhecimento sobre a variabilidade desses atributos do solo pode contribuir para a definição de melhores estratégias para um manejo sustentável do solo (Schaeztl; Sharon et al., 2015; Ronquim, 2021).

Os nutrientes disponíveis no solo são classificados como "não minerais" e minerais. Os nutrientes minerais são aqueles absorvidos e exigidos em quantidades superiores aos demais, podendo ser divididos em: macronutrientes primários, como nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K); macronutrientes secundários, como cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S); e micronutrientes, como boro (B), ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn), cobre (Cu) e cloro (Cl) (Havlin et al., 2017). Como exemplos dos não minerais, temos o carbono (C), oxigênio (O) e hidrogênio (H) (Havlin et al., 2017).

Segundo Gonçalves (2019), os nutrientes presentes no solo são fundamentais para a agricultura, pois resultam de uma complexidade de inter-relações e propriedades físicas, químicas e biológicas, determinando assim o rendimento das culturas ao fornecer os nutrientes adequados, buscando minimizar seus efeitos e melhorar a otimização dos sistemas agrícolas. Para Anghinoni (2019), esse fenômeno, conhecido como estudo da variabilidade espacial da fertilidade do solo, é bastante variável em relação à quantidade de nutrientes e às regiões onde são encontrados, tornando a amostragem e/ou análise do solo fundamentais para indicar sua fertilidade. Conhecendo as características e os nutrientes presentes no solo, é

possível identificar os pontos que precisam de correção.

De acordo com Anghinoni et al. (2019), quanto menor a quantidade de determinado mineral no solo, maior deve ser a correção gradual dessa deficiência antes de corrigir os demais minerais com menor disponibilidade neste solo. Eles reforçam que o conhecimento da variabilidade espacial dos atributos físicos e químicos do solo auxilia no manejo preciso das atividades agrícolas, por meio da separação de ambientes, práticas adequadas de adubação e alocação de variedades, determinando assim a capacidade de produtividade que permite avaliar a riqueza dos solos para a nutrição das plantas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Principais classes de solos utilizados pela Comunidade Mato Grosso

Entre as classes de solos mais comuns na região em que está localizada a área de estudo, os Neossolos Quartzarênicos e Latossolos assumem posição de destaque, pela área de ocorrência e por serem ocupados com o plantio da mandioca, principal produto local. Abaixo segue a descrição dos principais atributos dos referidos solos.

4.1.1 Neossolo Quartzarenico Órtico Típico

A área de estudo está inserida na Formação Barreiras que se insere nos domínios da bacia sedimentar do Parnaíba, uma bacia intracratônica composta por rochas sedimentares e magmáticas que recobrem em superfície os estados do Piauí e do Maranhão, incluindo ainda porções da Bahia, Ceará, Tocantins e Pará, perfazendo um total de 665.000 km² (Souza et al., 2022). As rochas da Bacia do Parnaíba foram formadas ao longo dos períodos das eras Paleozoica e Mesozoica, entre 500 e 66 milhões de anos atrás, quando os continentes apresentavam configurações paleogeográficas distintas das atuais (Souza et al., 2022).

Desde a sua formação, a Bacia do Parnaíba passou por distintos contextos paleoclimáticos e paleogeográficos, registrados em depósitos sedimentares atribuídos aos ambientes fluviais, desérticos, lacustres, glaciais e marinhos (SOUZA et al., 2022). A cobertura pedológica local é composta predominantemente por Neossolo Quartzarênico Órtico típico, com textura arenosa, o que requer o uso com adoção de práticas conservacionistas (Figura 07).

Figura 03: Aspecto da paisagem na área de abertura da trincheira da comunidade de Mato Grosso, Morros-MA



Fonte: Dados da pesquisa/2023.

Anteriormente, o uso do solo era exclusivamente para agricultura. Contudo, atualmente, tem-se observado o aumento das atividades de visitação, impulsionando o crescimento de residências e áreas de banho nas margens do igarapé São Benedito (Figura 03), o que tem sido criticado pela maioria dos agricultores da comunidade.

Figura 04: Rio utilizado por banhistas na área de estudo da comunidade de Mato Grosso, Morros-MA



Fonte: Dados da pesquisa/2023.

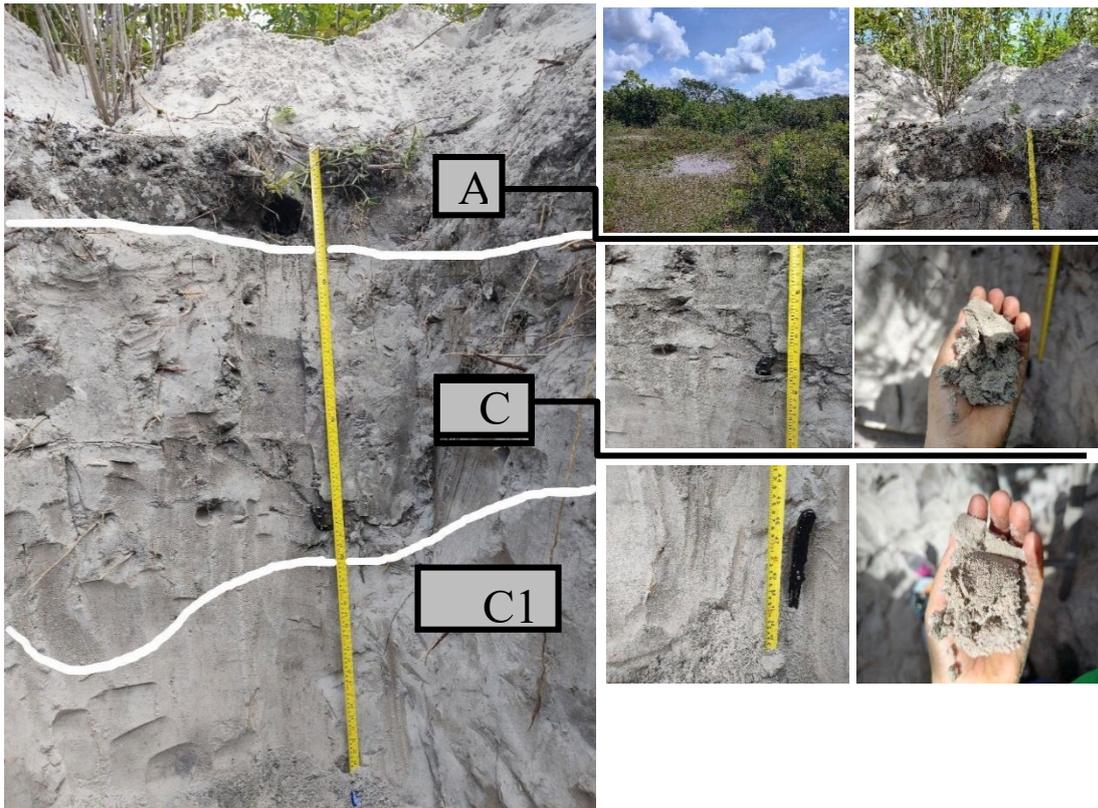
Observa-se que mesmo sendo um solo que possui fragilidades e que depende de práticas de conservação, a pouca matéria orgânica observada é capaz de sustentar uma diversidade florística na mesma localização, como o mirim (*Humiria balsamifera*) considerada uma espécie de potencial apícola na região, com outros aspectos de uso relevante (Miranda; Rocha, 2018) e a mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) que possui ocorrência natural na área estudada desempenhando um importante papel social e econômico para os agricultores que fazem coleta sistemática da frutífera, oriunda em sua quase totalidade do extrativismo (Reis, et al, 2017) A região constitui-se em um importante cenário para bioprospecção e apresenta uma grande diversidade de ecossistemas, resultado das condições de transição entre o clima superúmido da Região Norte e o clima semiárido da Região Nordeste, além das condições edáficas dessas áreas (Lima, 2018).

Segundo a Embrapa (2018), os Neossolos são solos pouco evoluídos, que não possuem horizonte B diagnóstico definido. Têm como critério a insuficiência de elementos que possibilitem analisar os diversos processos de formação, tais como, horizonte A seguido de C ou R e predominância das características herdadas do material de origem. Neossolos Quartzarênicos têm como peculiaridade não possuírem contato lítico nos primeiros 50 cm de profundidade. O horizonte A tem como sequência o horizonte C e possui textura areia ou areia franca em todos os horizontes pelo menos até os primeiros 150 cm.

O perfil I (Figura 04) foi descrito como Neossolo Quartzarênico Órtico típico

está a uma altitude de 35 metros, originado a partir de sedimentos inconsolidados dos Depósitos Eólicos Continentais, dos Depósitos de Cordões Litorâneos e pelos Depósitos Aluvionares.

Figura 5: Perfil do Neossolo Quartzarênico Órtico descrito da comunidade de Mato Grosso, Morros-MA



Fonte: Dados da pesquisa/2023

4.1.2 Descrição morfológica do Perfil

O solo foi descrito em trincheira e identificado como Neossolo Quartzarenico Órtico Típico. O Perfil descrito e coletado em trincheira aberta, em paisagem colina, morro, de 20% a 25% de declive, área de pouso e vegetação secundária de 5 anos. A litologia local é de de Sedimentação arenosa de proveniência eólica, do Pleistoceno.

O solo descrito foi originado por sedimentos arenosos, sendo não pedregoso e não rochoso, assentado em relevo ondulado e sob vegetação do tipo cerrado arbustivo, sem uso. Pelo seu material originário, o solo é bem drenado. A

descrição dos atributos morfológicos consta no Quadro 01.

Quadro 01: Morfologia de um Neossolo Quartzarênico Órtico Típico, descrito em trincheira

Horizonte	Profundidade (cm)	Morfologia
A	0-20	Castanho acinzentado muito escuro (2,5 YR 3/2), areia, não cascalhenta, consistência solta, não plástica, não pegajosa, raízes finas e pouco, poros muito pequenos e abundantes
CA	20-80	Cinza claro (10YR 7/2), areia, não cascalhenta, consistência solta, não plástica, não pegajosa, raízes finas e poucas, poros muito pequenos e comuns
C	80 +	Cinza (7,5 YR 7/2), areia, consistência solta, não plástica, não pegajosa, raízes muito finas em poucas quantidades

Fonte: Dados da pesquisa/2023

A morfologia do solo permite enquadrá-lo na ordem dos Neossolos por não apresentar horizonte B diagnóstico. No segundo nível categórico (subordens), o contato lítico ou lítico fragmentário dentro de 50 cm a partir da superfície é levando em consideração, com sequência de horizontes A-C, como observado no perfil coletado, apresentando textura areia, em todos os horizontes, a profundidade de 150cm a partir da superfície do solo. (Santos et al., 2018), menos resistente ao intemperismo. Para o terceiro nível categórico (grandes grupos) a classificação “órtico” são solos que não se enquadram nas classes anteriores dos Neossolos e para o quarto nível (subgrupos) “órticos típicos” são solos que também não se enquadram nas classes anteriores (Santos et al., 2018).

Os Neossolos Quartzarênicos apresentam baixos teores de nutrientes em razão do material de origem possuir baixa diversidade mineralógica. Os atributos químicos do solo aqui descrito demonstraram baixíssima disponibilidade natural de nutrientes. Entretanto, pelo fato do material possuir baixo nível de intemperização (grãos de areia de quartzo), o solo também apresenta baixa concentração de alumínio e, por isso, possui acidez leve.

O pH do solo em relação à cultura da mandioca é um fator crucial a ser

considerado. Observa-se que o valor da amostra apresenta acidez, contudo, está dentro da faixa recomendada para o cultivo, variando entre 5,5 a 7 (Mattos, Cardoso, 2003; Fialho et al., 2013; Cravo, 2016). Devido à natureza arenosa do solo, é notável que este demanda correções de acidez e adubação específicas para otimizar o crescimento da mandioca.

Considerando-se o teor de argila recomendado para o cultivo da mandioca, que é superior a 15%, sugere-se, para adubação de nitrogênio (N) e potássio (K), a realização de duas aplicações (Thomas et al., 2016).

Quanto aos nutrientes, os resultados das análises demonstraram baixas concentrações de potássio (K) e fósforo (P), além da ausência de magnésio (Mg). Apenas a camada superficial (camada A), por possuir maior concentração de Matéria Orgânica, refletiu uma Capacidade de Troca Catiônica (CTC) mais elevada e uma Soma de Bases mais considerável. Dessa forma, para atender às demandas de produção da planta, especialmente das raízes na cultura da mandioca, as camadas mais profundas do solo necessitam de melhores condições nutricionais.

Tabela 01: Atributos químicos e físicos do Perfil N ° 1

Atributos Químicos												
Horizonte	MO	Ph	P	K	Ca	Mg	S.B	H + AL	CTC	V	K/ CTC	Mg/CTC
							Soma bases			Sat.Bases		
A	24	5,9	3	2,4	47	0	49,4	11	60,4	82	4	0
CA	15	5,6	3	2,6	15	0	17,6	8	25,6	69	10,2	0
C1	8	5,7	1	2,6	0	6	8,6	7	15,6	55	16,7	38,5
Atributos físicos												
Horizonte	Areia grossa (%)	Areia fina (%)	Silte (%)	Argila (%)	Silte/argila	Textura	Condutividade	H2O na pasta de saturação %				
							mmhos /cm					
A	20	78	0	2	0	areia	0,04	22,8				
CA	22	75	1	2	0,5	areia	0,04	22,8				
C1	24	73	1	2	0,5	areia	0,04	22,8				

Na cultura da mandioca, a ordem de absorção de nutrientes é a seguinte: $K > N > Ca > P > Mg$ (Mattos, Cardoso, 2003; Cravo, 2016). Diante dos resultados das amostras analisadas, torna-se evidente a necessidade de calagem e adubação direcionadas para atender às demandas nutricionais e impulsionar a produção da cultura.

As tabelas a seguir apresentam as recomendações do laboratório de solos da UEMA para adubação de culturas e culturas excedentes, com base nas amostras de solo do perfil estudado (Tabela 02 e Tabela 03). Por exemplo, para a cultura de arroz de sequeiro, espera-se uma produção média entre 2,5 a 4 toneladas por hectare nesse tipo de solo, o que é um valor muito baixo quando comparado à média nacional que foi de 7.555 kg/ha para o ano de 2023, conforme a Embrapa (2024). Estas análises fornecem um panorama importante para a tomada de decisões acerca das práticas agrícolas mais adequadas a serem adotadas para promover um rendimento satisfatório da mandioca e outras culturas no mesmo solo.

Tabela 2: Recomendações de adubação para cultivo de arroz de sequeiro no solo analisado

Cultura Arroz		Balanco	
de sequeiro Produção		Nutricional N	
esperada		(kg/ha)	
2,5 a 4 t/ha	50	30	+20
Classe resposta N		P2O5	
Média		(kg/ha)	
Amostra de solo	80	17	+63
0-20		K2O (kg/ha)	
Sistema de Manejo do	Adubação exportação	Balanco	
solo	20	9	+11
Corte e queima		S (kg/ha)	
	Adubação exportação	Balanco	
	20	1,7	+18

Para a cultura de arroz é preciso adubação mineral de plantio 5cm ao lado e abaixo das sementes 23 kg/ t/ha de uréia, 440 kg/ t/ha de superfosfato simples, 34 kg/ t/ha de cloreto de potássio. Para a cultura de amendoim é esperado uma produção de 1,5 a 3 kg/ t/há como se observa na tabela 3 seguinte.

Tabela 3: Recomendações de adubação para cultivo de amendoim

Cultura	Balanço		
Amendoim	Nutricional		
Produção esperada	N (kg/ha)		
50	78	-78	
1,5 a 3 t/ha	P2O5		
Classe respota N	(kg/ha)		
Média	80	17	+63
Amostra de solo	K2O (kg/ha)		
20-80	Adubação	exportação	Balanço
Sistema de Manejo do solo	20	43	-23
	S (kg/ha)		
	Adubação	exportação	Balanço
	20	7,5	+12

Fonte: Dados da pesquisa/2023

Na produção de amendoim, nesse caso é necessário a inoculação com a *Bradyrhizobium*, quando plantada em locais nunca cultivados anteriormente com amendoim ou adubos verdes. Acrescentar durante a inoculação o fertilizante molibdato de amônia 100 kg/ t/ha. Na adubação mineral aplicar 440 kg/ t/ha de superfosfato simples e 34 kg/ha de cloreto de potássio para cada lote de 100 a 120 kg de sementes, quantidade necessária para 1 ha. Utilizando as formulações N-P-K, utilizar 270 kg/ha da formulação comercial simples ou 500 kg/ t/ha da formulação calculada com ideal 00-16-04+4%S e complementando a formulação comercial com enxofre elementar, 21 kg/ha.

Tabela 4: Recomendações de adubação para cultivo de melancia

Cultura	Balanço		
Melancia	Nutricional		
Produção esperada	N (kg/ha)		
105	45	+60	
30 a 50 t/há	P2O5		
Classe respota N	(kg/ha)		
Média	240	14	+226
Amostra de solo	K2O (kg/ha)		
80-136	Adubação	exportação	Balanço
Sistema de Manejo do solo	135	40	+95

Fonte: Dados da pesquisa/2023.

Para adubação orgânica, de acordo com os dados da tabela 4, aplicar o fertilizante torta de mamona 5,9 t/ha, N 5%, e quanto a adubação mineral 150 t/ha, de sulfato de amônia, 1.300 t/ha, de superfosfato simples, 100 t/ha de cloreto de potássio. Na formulação de N-P-K, usar 800 t/ha da formulação comercial ou 1.500 t/ha da formulação calculada como a ideal 02-16-04+1,3% S, ou complementar com a formulação comercial de 21 t/ha de enxofre elementar, S: 95%. Em relação a adubação mineral aplicar os fertilizantes 57 t/ha de ureia e 43 t/ha de cloreto de potássio, aos 15 30 e 50 dias após a emergência das plântulas. Utilizando o N-P-K, utilizar (3x) 100 t/ha da formulação comercial ou (3x) 170 t/ha da formulação calculada como ideal 15-00-15.

4.1.3 Latossolo Amarelo Distrófico Típico

O perfil 2 foi descrito como Latossolo Amarelo Distrófico Típico está a uma altitude de 42 metros. O mesmo está em uma área de ocorrência de solo argiloso (Figura , figura (5) no povoado Mato Grosso. O local é comumente chamado de piçarraeira pelos residentes e os solos dessa área são utilizados, a muitos anos, para pavimentação de estradas e para fins de construção civil na região.

Figura 6: Cobertura dos solos argilosos na área de abertura da trincheira da comunidade de Mato Grosso, Morros-MA

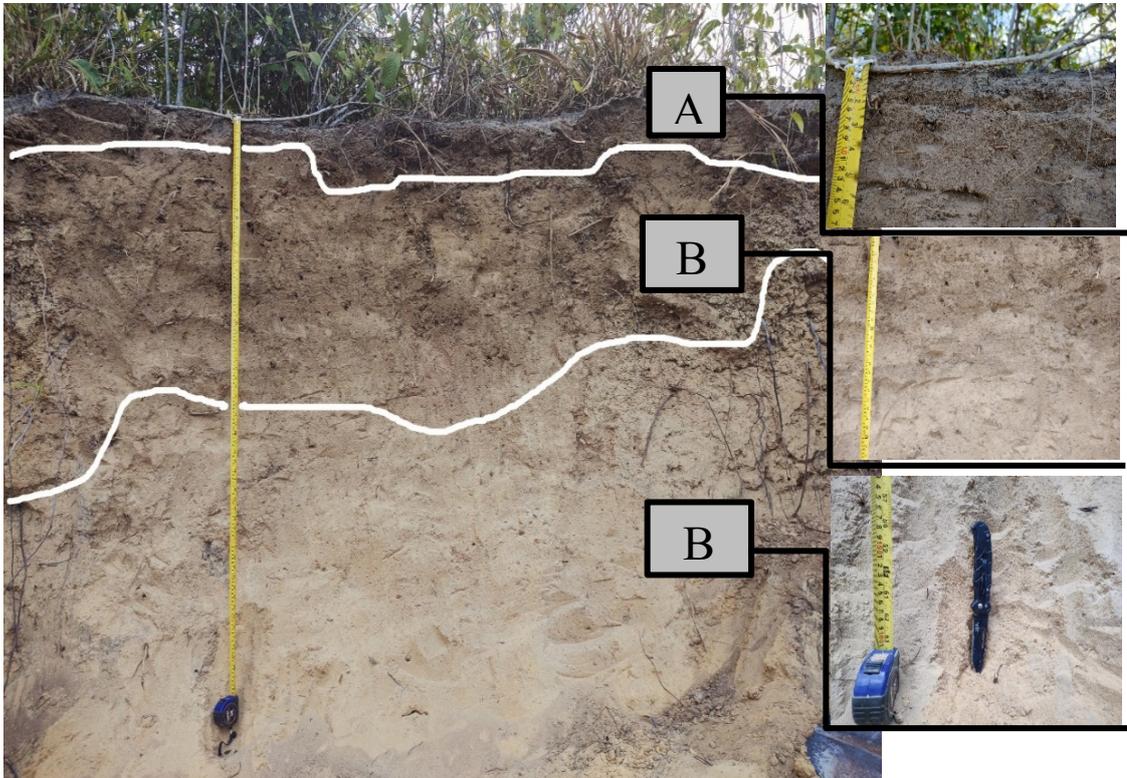


Fonte: Dados da pesquisa/2023.

Os solos argilosos acima apresentados incluem, além dos Latossolos Amarelos, os Plintossolos Pétricos Concrecionários e Argissolos Vermelho-Amarelos. Ambos são caracterizados por textura argilosa, comum em áreas de tabuleiros costeiros e utilizado para atividades agrícolas, devido a sua capacidade de retenção de água. Estes solos podem apresentar desafios como a tendência de compactação e a necessidade de manejo adequado de umidade é alterado.

Assim, os Latossolos Amarelos (Figura, 6) compreendem solos constituídos por material mineral, com horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte diagnóstico superficial, exceto hístico, em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, normalmente muito profundos, raramente inferior a 1 m (Santos et al., 2018).

Figura 7: Latossolo Amarelo Distrófico Típico da comunidade de Mato Grosso, Morros-MA



Fonte: Dados da pesquisa/2023.

4.1.4 Descrição morfológica do Perfil

O solo foi descrito em trincheira e identificado como Latossolo Amarelo Distrófico Típico. O perfil descrito é coletado em trincheira aberta, em paisagem colina, morro, de 25% a 30% de declive, área de pousio e vegetação secundária, próximo à área de roço. O solo descrito foi originado por sedimentos arenosos, pedregosos e argilosos assentados em relevo ondulado e sob vegetação do tipo cerrado arbustivo, em área próxima a roça, área de pousio e vegetação secundária. Pelo seu material originário, o solo é bem drenado. A descrição dos atributos morfológicos consta no Quadro 02.

Quadro 02: Descrição Morfológica de Latossolo Amarelo Distrófico Típico, descrito em trincheira.

Horizonte	Profundidade (cm)	Morfologia
A	0-15	0-15 cm; Cinza (10 YR 6/1) areia úmida, um pouco porosa, pouco cascalhenta, consistência solta, um pouco plástica e pegajosa, raízes finas, em poucas quantidades, poros pequenos.
BA	15-27	15-27 cm Amarelo Oliva (2,5YR 6/6) areia úmida, pouco cascalhenta, consistência firme, um pouco friável, plástica, pegajosa, raízes finas em poucas quantidades, poros muito pequenos.
Bw	27 +	27 + cm; Amarelo (2,5 YR 8/6) areia úmida, consistência fina, friável, plástica e muito pegajosa, raízes ausentes.

Fonte: Dados da pesquisa/2023

A morfologia do solo permite enquadrá-lo na ordem dos Latossolos por apresentar horizonte B latossólico abaixo de qualquer tipo de horizonte A. No segundo nível categórico (subordens), a cor mais amarelo na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (inclusive BA) que não se enquadram na classe anterior é levado em consideração (Santos et al., 2018) com sequência de horizontes A-Bw, como observado no perfil coletado, apresentando textura porosa, consistência plástica e pegajosa nos horizontes BA e Bw. Para o terceiro nível categórico (grandes grupos) a classificação “distrófico” são solos com saturação por bases < 50% na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (inclusive BA) segundo (Santos et al., 2018), e para o quarto nível (subgrupos) “Distróficos típicos” são solos que não se enquadram nas classes anteriores (Santos et al., 2018).

Os latossolos, são solos de maior ocorrência na produção de mandioca, sendo o mais frequente nas principais regiões produtoras (Modesto Junior, et al, 2014), pois trata-se de solos em relevo suave ondulado, apresentando textura média a argilosa, e geralmente muito profundos. Os atributos químicos do solo descrito demonstraram ter condições razoáveis para o cultivo de mandioca. Os valores de H + Al trocáveis,

indica que há uma quantidade variável de acidez trocável no solo, onde valores mais altos indicam maior acidez, o que pode afetar a disponibilidade de nutrientes para outros processos do solo.

Ao considerar o cultivo de mandioca, o pH do solo é um fator importante. Nesse caso o valor da amostra apresenta valores de pH extremamente baixos que sugerem uma acidez significativa no solo. Contudo essas características são naturais nesses solos, geralmente com baixa fertilidade e normalmente ácidos havendo necessidade de correção da acidez e melhoria da fertilidade, para que culturas como a mandioca possam expressar seu potencial produtivo (Cravo, 2016). Sugere-se adubação de nitrogênio (N) e potássio (K), a realização de duas aplicações (Cravo, 2016, Thomas et al., 2016).

Em um solo com teor moderado de argila, como 38%, a textura é intermediária, Isso pode ser favorável para a mandioca, proporcionando um equilíbrio adequado para o desenvolvimento das raízes. Em um solo com alto teor de argila, como 97%, a textura é predominantemente argilosa. No entanto, solos argilosos também podem ser propensos ao encharcamento e à compactação, o que pode prejudicar o crescimento das raízes da mandioca. A análise dos nutrientes mostrou baixa concentração de potássio (K), que limita o crescimento e desenvolvimento adequados da mandioca, e uma quantidade moderada de fósforo (P) no solo, geralmente suficiente para atender às necessidades das plantas de mandioca na fase inicial do crescimento.

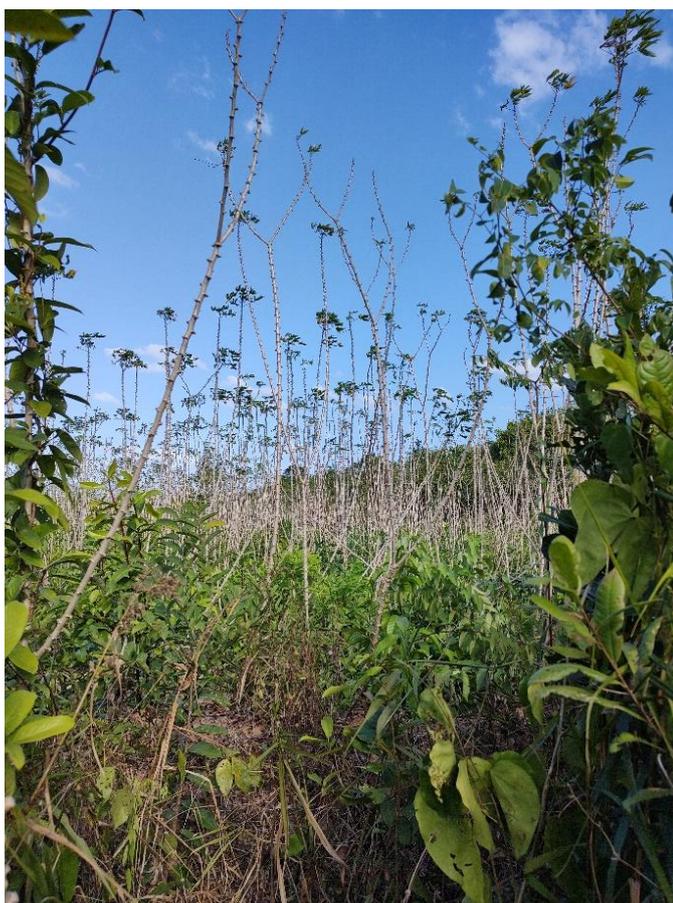
Os valores de Capacidade de Troca Catiônica (CTC) estão dentro de uma faixa que é típica para um Latossolo Amarelo, embora a qualidade do solo não deve ser baseada apenas nesses valores, um Latossolo Amarelo costuma ter uma CTC relativamente alta devido à presença de argilas. Porém nesta amostra, apenas a camada superficial (camada A), por possuir maior concentração de Matéria Orgânica, refletiu maior CTC. Uma concentração de matéria orgânica de 3,8% na camada A é indicação de que esse solo possui pouca quantidade de matéria orgânica, nesta análise as camadas mais profundas do Latossolo necessitam de melhores condições nutricionais para atender às necessidades de crescimento das raízes da mandioca.

Tabela 05: Atributos químicos e físicos do Perfil N ° 2 da comunidade de Mato Grosso, Morros-MA

Horizonte	MO	Atributos Químicos										
		Ph	P	K	Ca	Mg	S.B	H + AL	CTC	V	K/ CTC	MG/CTC
							Soma bases	Cap. Troc.	CSat.	Bases k na CTC	Mg na CTC	
A	17	3,8	4	0,6	14	3	17,6	31	48,6	36	1,2	6,2
BA	9	3,7	1	0,6	4	1	5,6	30	35,6	16	1,7	2,8
Bw	6	3,5	1	0,6	1	0	1,6	20	21,6	7	2,8	0
Horizonte	Atributos Físicos											
	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Silte Argila	Textura	condutividade mmhos /cm	H ₂ O na pasta de saturação %				
A	42	50	9	12	0,33	areia	0,08	23,2				
BA	33	45	25	38	0,38	Franco	0,13	29,8				
Bw	30	43	39	97	0,97	Fran argilo arenos	0,18	30,8				

Contudo, de acordo com a percepção dos moradores, os solos dessa área do povoado são os que melhor evoluem a mandioca, tanto no comprimento da planta, figura (7), como no rendimento da farinha, pois ela nasce muito maior e com mais volume que no solo anteriormente estudado (Neossolo).

Figura 8: Area de roça proximo a area de abertura da trincheira do latossolo da comunidade de Mato Grosso, Morros-MA



Fonte: Dados da pesquisa/2023.

Assim, diante dos resultados das amostras analisadas, corrigir a acidez é importante para produção, nesse caso, geralmente é necessário aplicar corretivos de solo, como calcário. O manejo adequado do pH é fundamental para garantir a produtividade e a sustentabilidade das práticas agrícolas em solos como o Latossolo Amarelo Distrófico.

As tabelas a seguir apresentam as recomendações do laboratório de solos da UEMA (Universidade Estadual do Maranhão), para adubação de culturas e

culturas excedentes, com base nas amostras de solo do perfil estudado. Na produção de amendoim, para a calagem, aplicar 1,7t/ha de calcário calcítico PRNT, 70%, distribuindo o corretivo uniformemente sobre a superfície do solo, seguido de aração a uma profundidade de 20cm em até 45 dias de plantio. Para essa produção é esperado 1,5 a 3 t/ha, como mostra na tabela (6).

Tabela 06: Recomendações de adubação para cultivo de amendoim em Latossolo Amarelo da comunidade de Mato Grosso, Morros-MA

Cultura	Balanco Nutricional		
Amendoim		N (kg/ha)	
Produção esperada	Adubação	exportação	Balanco
1,5 a 3 t /há	0	78	78
Classe resposta N		P2O5 (kg/ha)	
	Adubação	Exportação	Balanco
Amostra de Solo	80	17	63
0-20		KO2 (kg/ha)	
Sistema de manejo	Adubação	Exportação	Balanco
Corte e queima	20	43	23
		S (kg/ha)	
	Adubação	Exportação	Balanco
	20	7,5	12,5

Fonte: Dados da pesquisa/2023

Para adubação via sementes no cultivo de amendoim, submeter as sementes a inoculação com a Bradyrhizobium, quando plantada em locais nunca cultivados anteriormente com amendoim ou adubos verdes. Acrescentar durante a inoculação o fertilizante molibdato de amônia (100 g/ha) para cada lote de 100 a 120 kg, necessário para um plantio de 1 ha. Na adubação mineral de plantio, utilizar o superfosfato simples (440 kg/ha) e (69 kg/ha) de cloreto de potássio. Para a formulação N-P-K, utilizar 530 kg/ha de formulação comercial 00-15-10, ou 500 kg/ha da formulação calculada como ideal 00-16-08+4% e complementar com 21 kg/ha de enxofre elementar.

Quanto às recomendações para o cultivo de arroz de sequeiro em latossolo, no preparo da calagem é necessário aplicar 1,8 t/ha de calcário dolomítico PRNT 68%, distribuindo uniformemente sobre a superfície do solo seguindo a aração de 20 dias até 45 dias antes do plantio. A calagem deve garantir teores suficientes de magnésio no solo admitidos como 5 mmolc/dm³. Para adubação mineral de plantio, aplicar os insumos simples 23 kg/ha de uréia e 440 kg/ha de superfosfato simples 74 kg/ha de cloreto de potássio. Para essa cultura é esperado uma produção de 25 a 4 t/ha, como se observa na figura.

Tabela 07: Recomendações de adubação para cultivo de arroz de sequeiro no solo analisado da comunidade de Mato Grosso, Morros-MA

Cultura	Balanco Nutricional		
Arroz de sequeiro	N (kg/ha)		
Produção esperada	Adubação	exportação	Balanco
25, a 4 t/ha	63	30	20
Classe resposta N	P2O5 (kg/ha)		
Média	Adubação	Exportação	Balanco
Amostra de Solo	80	17	63
15 - 27	KO2 (kg/ha)		
Sistema de manejo	Adubação	Exportação	Balanco
Corte e queima	60	9	61
	S (kg/ha)		
	Adubação	Exportação	Balanco
	20	1,7	18,3

Fonte: Dados da pesquisa/2023

Como recomendação de adubação utilizando as formulações NPK, aplicar 270 kg/ha de formulação comercial Inicial 4 – 30 – 16 ou 400 kg da formulação calculada como ideal, 02 – 20 – 11 + 5% S, complementando com a formulação comercial 21 kg/ha de enxofre elementar. Para a adubação mineral de cobertura aplicar os fertilizantes entre 30 a 40 dias após a emergência ou na fase de início da diferenciação da panícula utilizando insumos simples com 91 kg/kg e 30 kg/ha

de cloreto de potássio. Na formulação NPK, utilizar 160 kg/ha da formulação comercial 25 – 00 – 10 ou 200 kg de formulação calculada como ideal 20 – 00 – 09.

Quanto a produção de abóbora, é necessário aplicar calcário, em até 45 dias de plantio, devendo manter o teor de magnésio, admitidos como 9 mmolc/dm³ e 2,3 t/ha de calcário dolomítico (PRNT 65%). Para a adubação orgânica, aplicar cerca de 30 dias antes da semeadura o fertilizante torta de mamona (2,3 t/ha), ao utilizar mamona fermentada, pode-se aplicar nas covas. Para essa a produção, estima-se uma produção de 10 a 15 t/ha como mostra a tabela (8) abaixo.

Tabela 08: Recomendações para adubação de abóbora no solo analisado

Cultura		Balanco Nutricional	
Abobora rasteira		N (kg/ha)	
Produção esperada	Adubação	exportação	Balanco
10 a 15 t /há	170	11	159
Classe resposta N		P2O5 (kg/ha)	
	Adubação	Exportação	Balanco
Amostra de Solo	400	6,9	393,1
27		KO2 (kg/ha)	
Sistema de manejo	Adubação	Exportação	Balanco
Corte e queima	300	22	278
		S (kg/ha)	
	Adubação	Exportação	Balanco

Fonte: Dados da pesquisa/2023

Para a adubação mineral de plantio, aplicar cerca de 10 a 15 dias antes da semeadura os fertilizantes Uréia (91 t/ha), map (830 kg/ha) e 340 kg/ha de cloreto de potássio. Nas formulações N-P-K, aplicar 1.300 kg/ha de formulação comercial 04-30-16 ou 2.000 da formulação calculada como a ideal, 02-20-10.

5. Análise de solos das áreas produtivas

O ambiente analisado nessa fase do trabalho consistiu em duas áreas de plantio de mandioca. Na primeira amostra, tabela (09) a área estava com plantio em crescimento a cerca de 7 meses, mas a vegetação secundária e ervas daninhas já estavam a quase 2 anos (Figura 08). Na área já foi feita a queima, porém antes do plantio desta safra apenas capinou-se as ervas espontâneas para o seu preparo.

Figura 9: Aspecto da área da roça 01 da comunidade de Mato Grosso, Morros-MA



Fonte: Dados da pesquisa/2023.

É importante ressaltar que a área em que se localiza a roça 1 está ao lado esquerdo do povoado, próximo ao riacho mato grosso (igarapé São Benedito), na mesma direção em que foi feita a coleta do Neossolo quartzarênico. Dessa maneira, quanto a segunda amostra de solo, tabela (10), a roça 2 estava recém queimada, figura (9), e o plantio ainda seria feito. A localização da amostra 2 está ao lado direito do povoado Mato Grosso, próximo à área de solo massapê

(Piçarreira) onde foi caracterizado o Latossolo Amarelo. As principais variedades de mandioca plantadas pelos moradores nas roças 1 e 2 e no povoado em geral, são: amarelinha, amarelona, mandioca seis meses, branquinho, bolinha, vermelhinha, pingo de ouro e rouxinha.

Figura 9: Aspecto da área de implantação da Roça 2 da comunidade de Mato Grosso, Morros-MA



Fonte: Dados da pesquisa/2023.

Os atributos físicos nas amostras das roças 1 e 2 analisadas apresentaram textura arenosa em superfície. A relação silte/argila na roça 2 está dentro do esperado para o horizonte da coleta. O teor de argila foi mais expressivo na roça 2, o que também está dentro do esperado por essa área está próximo ao solo massapê, no povoado.

Em função das características texturais, o valor de argila de 60 g/kg de solos e textura de areia caracteriza um solo bem drenado, com baixa capacidade de retenção de água e nutrientes, para a amostra da roça 1. Já a roça 2, com um valor de argila 80 g/kg sugere um solo com um potencial relativamente fértil, contudo pode ter uma capacidade moderada de retenção de água e nutrientes

devido a predominância areia. Sobre esses condicionantes para o valor da amostra 1, é necessário adicionar matéria orgânica para melhorar a capacidade de retenção de água e nutrientes, já na amostra 2, é necessário realizar práticas para melhorar a drenagem.

Os valores de H + Al na roça 1 e 2 sugeriram que o solo contém um teor expressivo de alumínio. Isso pode ter implicações para a cultura, como a necessidade de corrigir o pH ou reduzir a toxicidade do alumínio. Estratégias como a calagem podem ser utilizadas para aumentar o pH do solo e reduzir a disponibilidade de alumínio tóxico.

Na roça 1 e 2 os valores para pH foram baixos. Porém, o cultivo de mandioca tem apresentado bom desenvolvimento nestes solos devido a cultura ser adaptada a essas condições de acidez. Ainda que a espécie apresenta boa produtividade em solos ácidos, a calagem é recomendada, principalmente em áreas com plantios sucessivos da cultura (Souza, 2017).

Quanto aos teores de nutrientes nas amostras 1 e 2, os resultados demonstraram baixas concentrações de potássio (K), fósforo (P) e de magnésio (Mg). Apesar disso, ainda que o fósforo seja absorvido em menores quantidades pela mandioca e o nutriente absorvido em maior quantidade seja o potássio, a resposta da planta a adubação fosfatada tem aumentos expressivos na produtividade dos tubérculos (Souza et al, 2009, Uchôa et al 2020).

Quanto à capacidade de troca catiônica, as amostras da roça 1 têm valores mais altos de CTC e teor de matéria orgânica em comparação com o Latossolo Amarelo. Isso sugere que o solo da roça 1 pode ser mais fértil e capaz de fornecer uma maior quantidade de nutrientes para as plantas em comparação com a roça 2. Com base nos valores fornecidos, é razoável esperar que a amostra de solo da roça 1, com uma maior CTC e maior teor de matéria orgânica, possa proporcionar condições mais favoráveis para a produção de mandioca em comparação a roça 2. No entanto, esses valores são apenas um aspecto da complexidade da fertilidade do solo e da capacidade de suporte à produção de mandioca em Mato Grosso.

Tabela 09: Atributos químicos e físicos / Roça 1 da comunidade de Mato Grosso, Morros-MA

Horizonte	MO	Atributos Químicos										
		Ph	P	K	Ca	Mg	S.B	H + Al	CTC	V	K/ CTC	MG/CTC
		Soma bases					Cap. Troc.		CSat.Bases k na CTC Mg na CTC			
0-20	24	4,1	4	2,6	20	1	23,6	33	56,6	42	4,6	1,8
Horizonte	Atributos Físicos											
	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Silte Argila	Textura	condutividade em mmhos /cm	H ₂ O na pasta de saturação %				
0-20	29	63	2	6		areia	0,4	22,6				

Tabela 10: Atributos químicos e físicos / Roça 2

Horizonte	MO	Atributos Químicos										
		Ph	P	K	Ca	Mg	S.B	H + AL	CTC	V	K/ CTC	MG/CTC
		Soma bases					Cap. Troc.		CSat.Bases k na CTC Mg na CTC			
0-20	16	4,2	2	3,2	10	2	15,2	19	34,2	44	9,4	5,8
Horizonte	Atributos Físicos											
	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Silte Argila	Textura	condutividade em mmhos /cm	H ₂ O na pasta de saturação %				
0-20	32	59	3	8	0,5	areia	0,5	22,6				

Para essas análises, também foi pedido recomendações do laboratório de solos da UEMA para adubação de culturas e culturas excedentes nessas roças, (Tabela 0 e Tabela 0). Como exemplo, para a cultura de amendoim, relacionado a amostra da roça 1.

Tabela 11: Recomendações para adubação de amendoim solo analisado da comunidade de Mato Grosso, Morros-MA

Cultura	Balanco Nutricional		
Amendoim		N (kg/ha)	
Produção esperada	Adubação	exportação	Balanco
1,5 a 3 t /há	0	78	78
Classe resposta N		P2O5 (kg/ha)	
	Adubação	Exportação	Balanco
Amostra de Solo	80	17	63
0-20		KO2 (kg/ha)	
Sistema de manejo	Adubação	Exportação	Balanco
Corte e queima	20	43	23
		S (kg/ha)	
	Adubação	Exportação	Balanco
	20	7,5	12,5

Para a calagem do solo na produção de amendoim, aplicar calcário calcítico PRNT 70%, distribuindo uniformemente sobre a camada superficial do solo, com até 45 dias antes do plantio. Na adubação via sementes, quando em locais nunca cultivados anteriormente com amendoim, submeter as sementes a inoculação com Bradyrhizobium, e usar o fertilizante molibdato de amônia (100 g/ha) para cada lote de 100 a 120 kg, necessário para um plantio de 1 ha.

Para a adubação mineral foi indicado utilizar o superfosfato simples (440 kg/ha) e (34 kg/ha) de cloreto de potássio. Para a formulação N-P-K, utilizar 270 kg/ha de formulação comercial 00-30-10, ou 500 kg/ha da formulação calculada como ideal 00-16-04+4% S, e complementar com 21 kg/ha de enxofre elementar. Para essa produção é esperado 1,5 a 3 t/ha.

Na amostra da roça 2, foi utilizado como teste de análise a cultura de mandioca e melancia (tabela 12). Para a amostra da roça 2, na cultura de mandioca, em relação à adubação mineral, é recomendável aplicar os fertilizantes 170 kg/ha de map, 34 kg/ha de cloreto de potássio. Utilizando a formulação NPK, aplicar 270 kg/ha da

formulação comercial 00-30-10 e 500 kg/ha da formulação calculada como ideal 00-16-14. Para adubação mineral de cobertura, aplicar os fertilizantes 45 kg/ha de uréia aos 30 a 60 dias após a brotação. Para essa produção de mandioca é esperado 15 t/ha (Tabela 12).

Tabela 12: Recomendações para adubação de mandioca solo analisado da comunidade de Mato Grosso, Morros-MA

Cultura		Balanco Nutricional	
Mandioca		N (kg/ha)	
Produção esperada	Adubação	exportação	Balanco
15 t /há	20	60	40
Classe resposta N		P2O5 (kg/ha)	
	Adubação	Exportação	Balanco
Amostra de Solo	80	14	66
0-20		KO2 (kg/ha)	
Sistema de manejo	Adubação	Exportação	Balanco
Corte e queima	20	72	52
		S (kg/ha)	
	Adubação	Exportação	Balanco

Fonte: Dados da pesquisa/2024

Na cultura de melancia, na calagem aplicar calcário Dolomítico PRNT 69% distribuindo o corretivo uniformemente sobre a superfície do solo seguido de aração a uma profundidade de 20 cm até 45 dias (Tabela 12). antes do plantio essa calagem deve garantir teores suficiente de magnésio no solo admitidos com 9 mmolc/dm³.

Tabela 13: Recomendações para adubação de melancia solo analisado da comunidade de Mato Grosso, Morros-MA

Cultura		Balanco Nutricional	
Melancia		N (kg/ha)	
Produção esperada	Adubação	exportação	Balanco
30 a 50 t /há	105	45	60
Classe resposta N		P2O5 (kg/ha)	
	Adubação	Exportação	Balanco
Amostra de Solo	240	14	226
0-20		KO2 (kg/ha)	
Sistema de manejo	Adubação	Exportação	Balanco
Corte e queima	80	40	40
		S (kg/ha)	
	Adubação	Exportação	Balanco

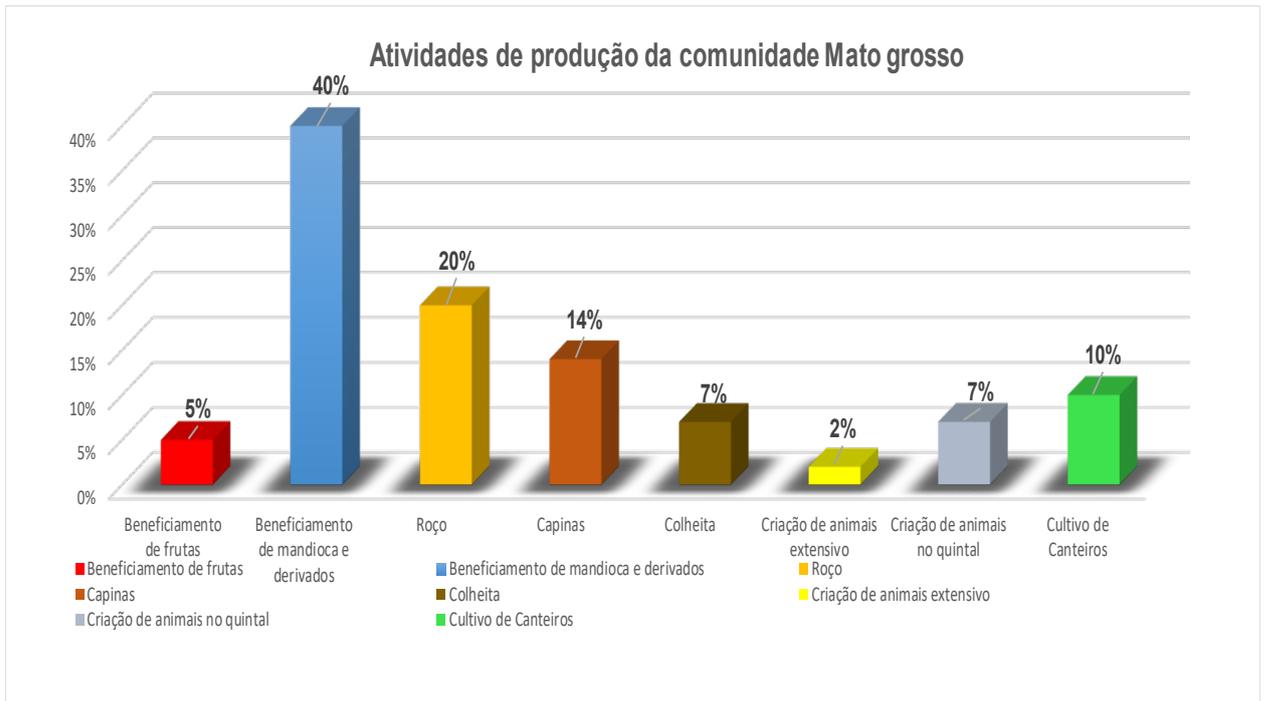
Fonte: Dados da pesquisa/2024

A formulação NPK utiliza 800 kg/ ha da formulação comercial 10-30-10 ou 1.500 kg/ha da formulação calculada como ideal 2 – 16 – 2 + 1,3% S. Adubação orgânica nessa cultura utiliza o fertilizante orgânico 5,9 t/ha por hectare de torta de mamona. Na adubação mineral de plantio aplicar o fertilizante sulfato de amônio 150 kg/ ha, um 1.300 kg/ ha de superfosfato simples, 52 kg/ ha de cloreto de potássio. Para essa cultura também é necessária adubação mineral de cobertura utilizando os insumos simples (3x) 57 kg/ ha de ureia, (3x) 29 kg/ ha de cloreto de potássio. Utilizando a formulação NPK (3x)100 kg da formulação comercial 25-00-25 (3x) 170 kg/ ha da formulação calculada 15-00-10.

6 Caracterização Socioeconômica do Povoado Mato Grosso

O tempo de permanência dos agricultores em suas comunidades está estritamente relacionado à faixa etária do responsável pelo grupo familiar. Observa-se em Mato Grosso que 60% das mulheres e 40% dos homens têm entre 19 e 60 anos. Em relação à escolaridade, a maioria dos entrevistados possui ensino fundamental, totalizando 50% em Mato Grosso. Em relação à ocupação, a maioria das mulheres exerce a atividade de dona de casa e agricultora (20%), seguida por agricultora (30%), estudante e agricultora (18%), e aposentada e agricultora (50%). Um percentual de 8% dos moradores reside no local entre 18 e 29 anos, 9% entre 30 e 50 anos, e 20% entre 60 e 70 anos. Quanto às atividades de produção das comunidades, a Figura 03 destaca as principais.

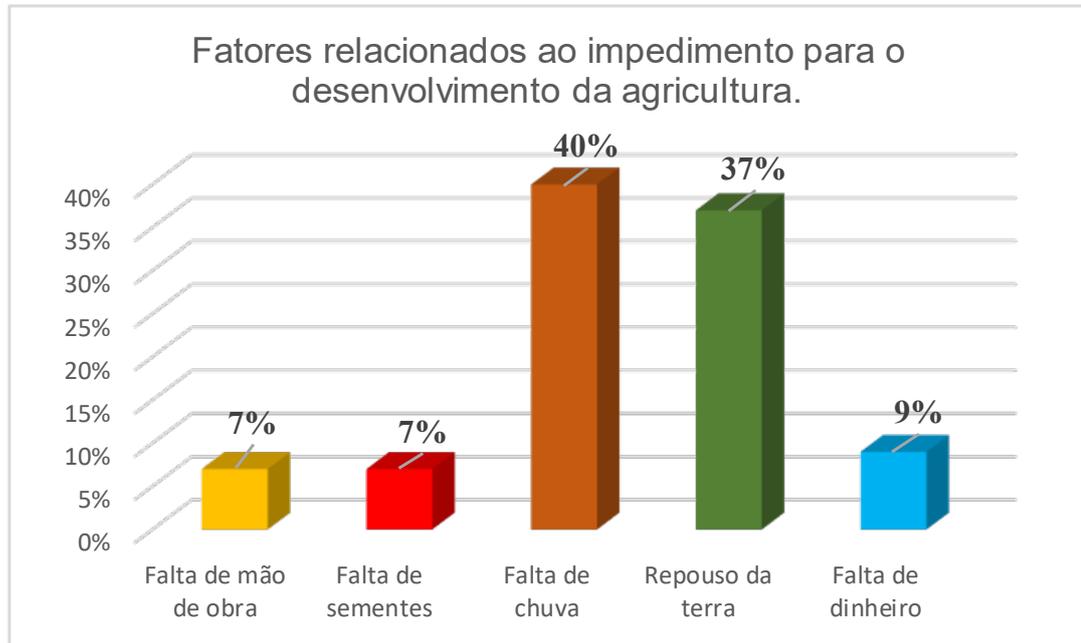
Gráfico 1: Atividades de Produção da Comunidade Mato Grosso



Fonte: Dados da pesquisa/2023.

Observa-se que a mandioca para o abastecimento local continua sendo a atividade mais forte, enquanto os demais processos do sistema de produção, como roço, capina e extração de derivados, são de suma importância. Outras atividades complementares para alimentação e renda incluem o extrativismo e o cultivo de canteiros. Outras fontes de renda dos moradores são os auxílios do governo, como o Bolsa Família, e aposentadorias, como Programa Nacional de Alimentação Escolar e Aposentadoria Rural. Atualmente, nenhum dos produtores rurais recebe assistência técnica ou extensão rural, o que coloca em risco a agricultura familiar e a aposentadoria rural. Questionou-se sobre a razão de algumas famílias não estarem produzindo (Figura 11).

Gráfico 2 : Fatores relacionados ao impedimento para o desenvolvimento da agricultura na comunidade de Mato Grosso, Morros-MA



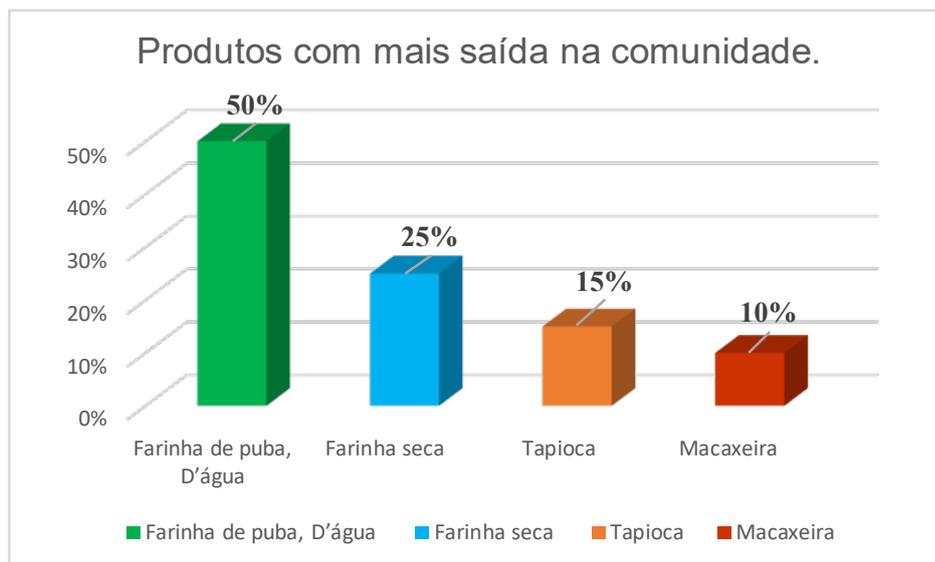
Fonte: Dados da pesquisa/2023.

Nas áreas dependentes de chuva, a mandioca é comumente plantada na maioria das vezes sem práticas agrícolas que melhorem a qualidade do solo. Os moradores preparam o solo logo nas primeiras chuvas, deixando-o pronto para o plantio imediato a qualquer momento. Os sistemas agroecológicos de produção de mandioca podem melhorar o sistema como um todo, permitindo o aumento da produtividade e benefícios sociais, econômicos e ambientais, um exemplo é a fertilização com esterco e fertilizantes minerais pouco solúveis é amplamente utilizada na agricultura orgânica. Esses insumos contribuem para alterar o pH, gerando capacidade tampão e controlando a capacidade de troca catiônica. Melhora a atividade microbiana no solo, reduzindo a densidade do solo e promovendo a estruturação, aeração e retenção de umidade (Primavesi, 1984).

Além disso, a utilização de resíduos orgânicos gerados no local, associados a consórcios com outras espécies, pode trazer benefícios diretos e indiretos ao produtor e ao meio ambiente (Silva, Neto, 2019). Nesse ínterim, os produtos oriundos das comunidades destinam-se, em sua maioria, às feiras da cidade, seguido pela venda na própria comunidade e, por último, à merenda escolar.

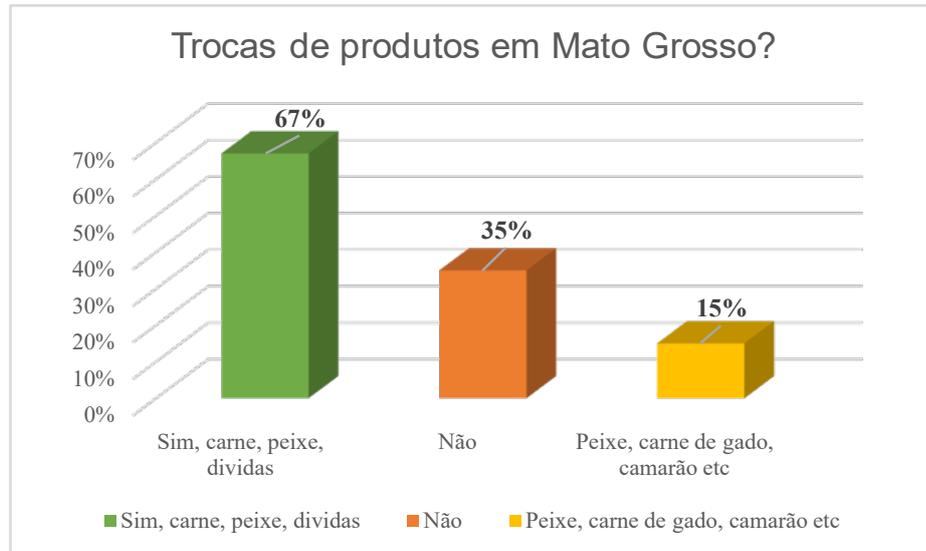
Entre as dificuldades relacionadas, destacam-se a queda de preço dos produtos no mercado, dificuldades na escala de produção, más condições das vias de transporte, falta de compradores na região e a falta de veículos para transporte da produção. O deslocamento, além de exigir gastos econômicos, pode estragar alguns produtos. Alguns dos entrevistados relataram que *"ficam enrolando a gente e os nossos produtos apodrecem quando não vendemos por um preço muito baixo, apenas para ter um dinheirinho"* derivados da mandioca. Os produtos mais destacados são a farinha de puba ou água (farinha fabricada a partir do tubérculo fermentado ou "pubo", conforme os entrevistados) e a farinha seca (Figura 5).

Gráfico 3 : Produtos com mais saída na comunidade de Mato Grosso, Morros-MA



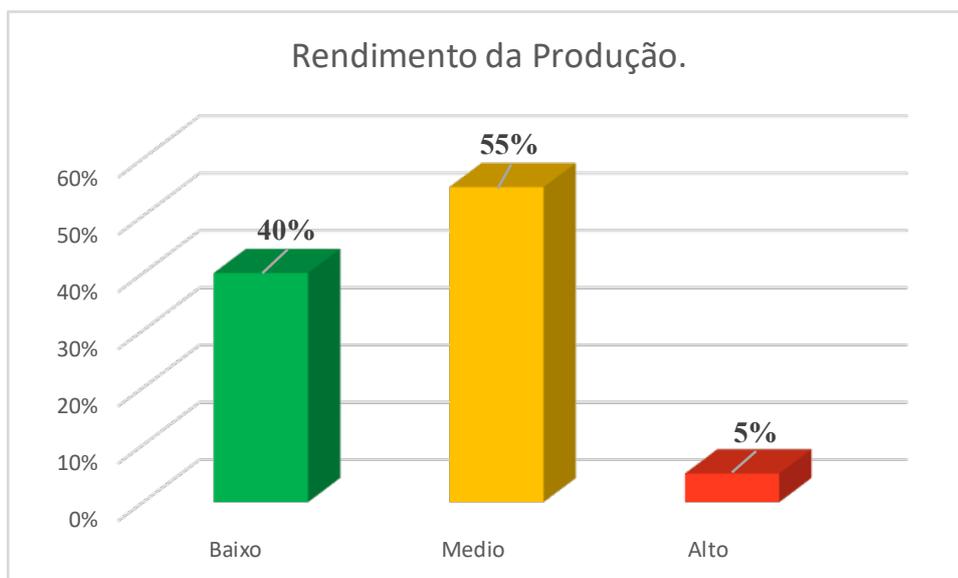
Fonte: Dados da pesquisa/2023.

Assim, a maioria das unidades produtivas produz de três a quatro culturas, visando a comercialização do excedente, enquanto uma parte é destinada à alimentação familiar. Na falta de dinheiro os moradores também realizam a troca de produtos na forma de pagamento como se observa na figura 13.

Gráfico 4: Troca de produtos na comunidade Mato Grosso, Morros-MA

Fonte: Dados da pesquisa/2023.

Em algumas unidades produtivas, foi encontrada uma menor diversificação da produção vegetal, visto que os agricultores cultivam menos de três culturas para comercialização do excedente e de quatro a cinco culturas para a alimentação de sua família. A origem da semente para a produção vem de doações ou trocas com comunidades próximas (Figura 14).

Gráfico 5: Rendimento da Produção na comunidade de Mato Grosso, Morros-MA

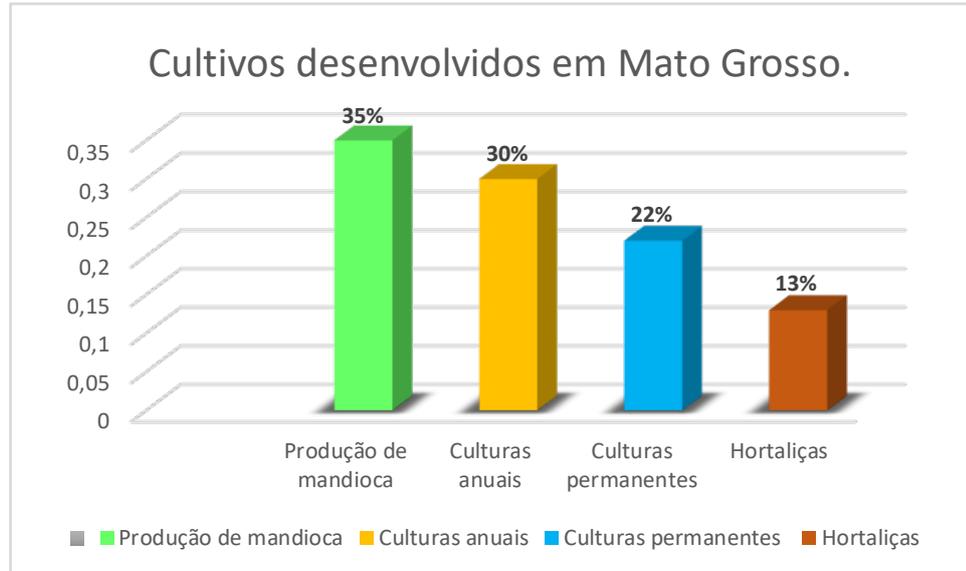
Fonte: Dados da pesquisa/2023.

O preço da farinha de mandioca depende exclusivamente do valor exigido pelos compradores. Moradores relatam que a saca de farinha já chegou a ser comercializada por R\$250,00 a R\$300,00, acima do valor atual de R\$220,00. Um dos motivos foi porque a maioria dos moradores parou de produzir. Várias foram as razões, como a "falta de mato" para produção, acomodação apenas com o Bolsa Família, e outros produtores rurais que começaram a viver do turismo, transformando seus quintais em ponto de visitação para os turistas.

7 caracterização dos sistemas produtivos adotados pelos entrevistados

Os sistemas de produção agrícola no espaço e no tempo dependem dos recursos e do tempo disponíveis. Os sistemas produtivos adotados pelos entrevistados evidenciam uma forte relação entre os modelos tradicionais de produção agrícola e a sustentabilidade dos recursos naturais, como discutido por Altieri (2004) e Emperaire (2009). Os sistemas de produção agrícola no espaço e no tempo dependem dos recursos disponíveis e do contexto sociocultural local. No caso da comunidade de Mato Grosso, observou-se que a produção própria se baseia em práticas de corte e queima, como descrito por Posey (1992) sobre o manejo tradicional de populações indígenas e tradicionais na Amazônia, assim a produção própria utiliza plantas e animais dentro dos limites da unidade de produção. Logo, em Mato Grosso todos os moradores entrevistados realizam a derrubada e queima da vegetação. Os entrevistados afirmaram cultivar diferentes culturas, mas a produção de mandioca (35%)   predominante, figura 15 dentre outros em menor escala.

Gráfico 6: Cultivos desenvolvidos em Mato Grosso, Morros-MA.

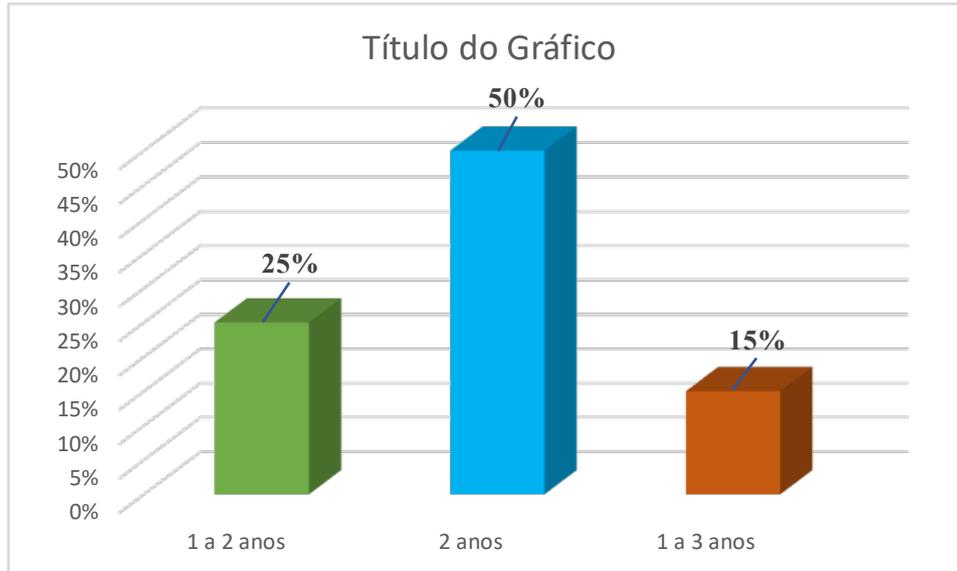


Fonte: Dados da pesquisa/2023.

Alguns produtos são a produção de mandioca, arroz, milho, feijão, batata, cará, abóbora e em menor escala, como inhame, bananeira e cana-de-açúcar. O cultivo destas espécies contribui com metade da renda mensal e anual. O trabalho nessas unidades produtivas, oferecem maiores possibilidades de renda e atendem as necessidades básicas e segurança alimentar. O predomínio da cultura da mandioca (35%) reflete os resultados de estudos de Emperaire e Peroni (2007), que demonstram a importância histórica e econômica desse cultivo para as comunidades tradicionais. Além da mandioca, outros cultivos, como arroz, milho, feijão, batata e abóbora, também foram identificados, em consonância com as descrições de Murrieta e Dufour (2004) sobre diversificação agrícola e segurança alimentar em comunidades tradicionais.

A agricultura descrita aborda sistemas tradicionais de cultivo (corte e queima). Nestes sistemas, esses produtos têm como destino primordial o consumo familiar e a alimentação de pequenos animais. Nessa lógica, os sistemas agrícolas manejados pelos agricultores são constituídos por áreas que são manejadas por cerca de 1,5 a 2 anos, e deixados em pousio por pelo menos de 6 a 10 anos (Figura 16)

Gráfico 7: Tempo de pousio da área produtiva da comunidade de Mato Grosso, Morros-MA



Fonte: Dados da pesquisa/2023.

Observa-se que em Mato Grosso, embora produtos derivados da mandioca ainda sejam comercializados ou trocados, houve uma redução na área de cultivo e uma mudança de enfoque devido ao surgimento de atividades relacionadas ao turismo na região. Isso resultou na diminuição do caráter comercial desses cultivos. A gestão da terra, baseada no pousio de 6 a 10 anos, está alinhada com os achados de Boserup (1965), que sugere que a pressão populacional influencia o período de pousio. Além disso, observa-se que, apesar da comercialização de derivados da mandioca, houve uma redução na área de cultivo devido ao crescimento do turismo, o que corrobora os resultados de estudos como os de Diegues (1998) sobre mudanças econômicas em comunidades tradicionais.

No que se refere à fase inicial do sistema de cultivo itinerante, está se inicia com a abertura da área, que envolve o corte e a queima da vegetação secundária. Homens e mulheres desempenham essas atividades. O corte da mata é realizado com machado ou facão, ocasionalmente envolvendo a retirada de algumas árvores para construção de casas ou para atividades pesqueiras. No entanto, a maior parte da biomassa vegetal derrubada é deixada no local por cerca de 10 a 15 dias para secar. Posteriormente, troncos e galhos são empilhados em pequenos montes para facilitar a queima controlada. Em muitos casos, parte dos troncos não é totalmente queimada e permanece sobre o solo.

Os agricultores adotam medidas para controlar incêndios, como escolher

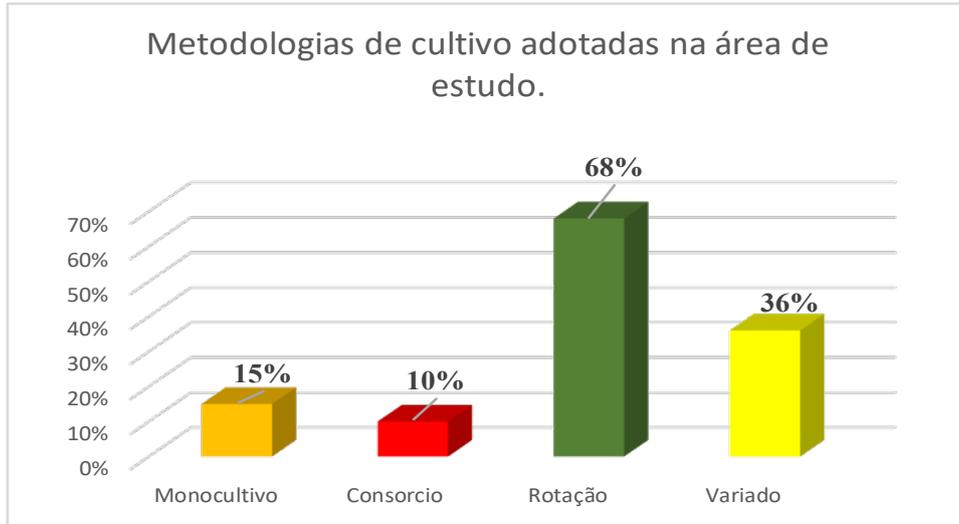
dias com ventos menos intensos. Embora não seja uma prática comum, em períodos de seca, é necessário criar aceiros ao redor da área. A abertura da área ocorre entre julho para corte e queima e entre agosto a dezembro para o plantio de mandioca. O plantio ocorre alguns dias após a queima e envolve todos os membros da família. Entre janeiro e fevereiro, são realizados os plantios de milho e feijão, bem como das outras culturas mencionadas anteriormente, resultando numa policultura organizada de acordo com as condições do solo.

A fase inicial do sistema itinerante, com o corte e a queima da vegetação, foi descrita por Conklin (1957) como uma estratégia eficaz para a fertilização do solo, uma vez que as cinzas geradas fornecem nutrientes. O manejo das áreas produtivas é similar ao relatado por Balée (1994) sobre a interação entre humanos e florestas na formação de paisagens culturais. A distribuição das culturas de acordo com a textura do solo é uma estratégia agrônômica tradicional amplamente documentada por Toledo e Barrera-Bassols (2009), reforçando a importância do conhecimento ecológico tradicional na adaptação aos diferentes tipos de solo.

O fato de não utilizarem fertilizantes artificiais ou defensivos agrícolas se relaciona às discussões de Altieri e Nicholls (2000) sobre agroecologia e resistência camponesa ao modelo industrial de agricultura. A colheita manual e o uso de mutirões para reduzir a intensidade do trabalho refletem estudos sobre reciprocidade e organização social em comunidades tradicionais (Godoy, 2001). Esses mutirões não apenas fortalecem os laços comunitários, como também garantem a continuidade da produção, como analisado por Carneiro da Cunha (2009) sobre saberes locais e organização social.

Os agricultores tendem a plantar mandioca em diversos tipos de solo, mas geralmente direcionam as áreas mais arenosas para o cultivo de mandioca. Já as áreas drenadas com textura arenosa-argilosa ou argilosa são reservadas para o cultivo de milho e feijão, enquanto as áreas menos drenadas são destinadas ao cultivo de arroz. Essa distribuição leva em consideração as características do solo para obter melhores resultados nas colheitas (Figura 17).

Gráfico 8: Metodologias de cultivo adotadas na área de estudo na comunidade de Mato Grosso, Morros-MA

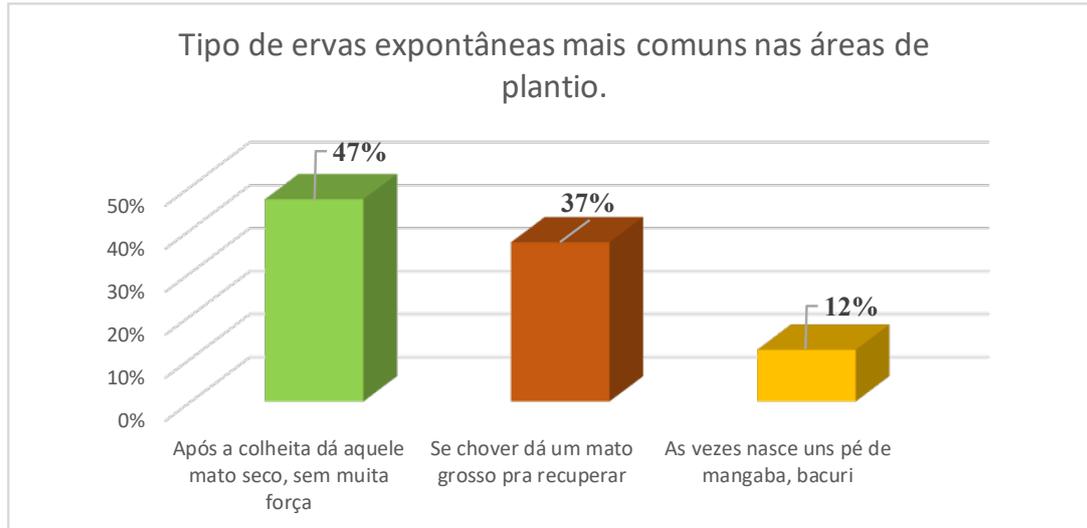


Fonte: Dados da pesquisa/2023.

A semeadura é feita manualmente, com auxílio de uma cavadeira ou um galho para fazer os buracos no solo ou a lança a depender da cultura. As ramas de mandioca ou batata são plantadas em linhas ou covas. Não é comum o uso de insumos fertilizantes ou corretivos, já que os nutrientes são providos pelos estoques do solo e pelas cinzas. Não há uso de agrotóxico devido ao alto custo desse insumo e também por medo de eventuais intoxicações durante a aplicação pois relataram não saber manusear.

Os tratos culturais são realizados por mulheres e homens, que realizam campinas. Os entrevistados também relatam que se fosse necessário mudariam seu sistema de cultivo para agricultura perene, e se possível usariam herbicidas, pois entendem que o manejo de plantas adventícias através de capinas só é possível por utilizarem a área por um curto intervalo de tempo (Figura 18).

Gráfico 9 : Tipo de ervas espontâneas mais comuns nas áreas de plantio, conforme os moradores



Fonte: Dados da pesquisa/2023.

A colheita é feita manualmente, com participação de todos os familiares, de acordo com o ciclo de cada cultura. Normalmente, as áreas onde a mandioca é cultivada são geridas para sustentar a cultura no final do ciclo anual da cultura, sendo a colheita colhida seis meses a dois anos após o plantio. Nas zonas onde o milho é a cultura principal, os feijões e/ou tubérculos como a couve, o inhame e a batata doce são normalmente plantados e colhidos cerca de um ano após a preparação da área. A decisão de uma família sobre fazer outro ciclo de cultivo antes de deixar a área foi determinada por plantas aleatórias na área.

Outra forma de reduzir a intensidade de trabalho, comum nas conversões de sistemas de cultivo, é através dos mutirões, uma forma de apoio mútuo entre vizinhos e comunitários. Os relatos dos entrevistados mencionaram a importância dos mutirões, principalmente nas fases de desmatamento e colheita da área. Todos os entrevistados lembram a importância desses momentos para a comunidade, pois os esforços comunitários geralmente estão associados às festas e celebrações comemorativas das atividades comunitárias. Contudo pela falta de mão de obra ocasionada pelo envelhecimento de parte dos comunitários, as remunerações pelo trabalho foram estabelecidas como formas de melhorar o desempenho no cultivo.

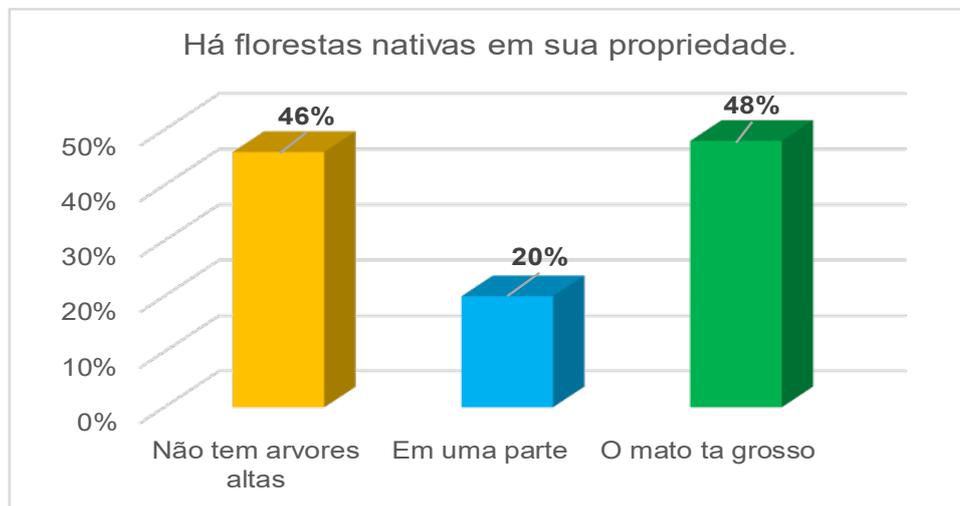
Assim, as características do sistema agrícola itinerante aqui apresentadas parecem demonstrar a sua importância porque contribui para a organização social da comunidade quilombola, e é a forma como eles acreditam estar conservando a biodiversidade local.

8. Estratégias produtivas

8.1 Indicadores de fertilidade do solo

De acordo com os entrevistados, o vigor do crescimento das plantas “o *mato está grosso*” (46%) é um indicador de fertilidade. Outros 46% indicam que não tem árvores altas, pois essa resposta está associada à vegetação secundária, ao fato que a área estava em pousio, figura (19).

Gráfico 10: Indicadores de florestas nativas nas propriedades, conforme os agricultores da comunidade de Mato Grosso, Morros-MA



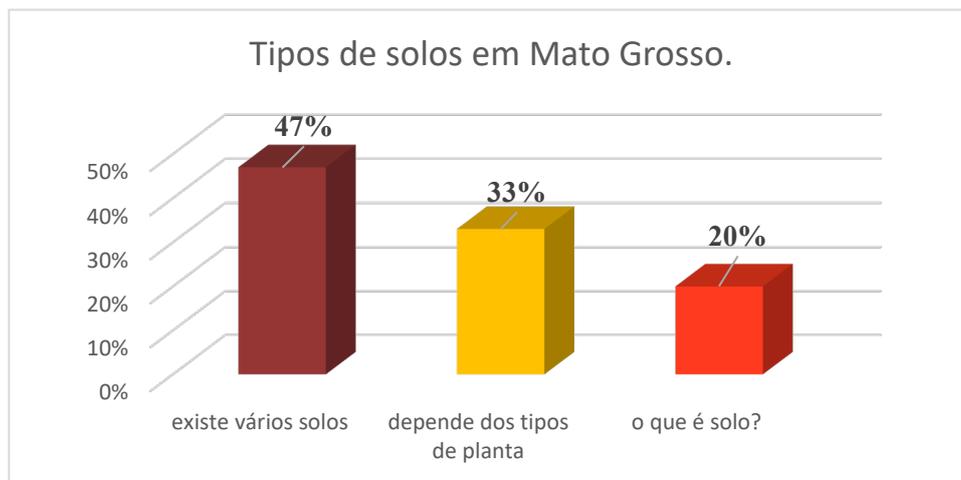
Fonte: Dados da pesquisa/2023.

O crescimento vigoroso das plantas, mesmo sendo um indicador geral de um solo saudável e fértil para os agricultores, não é necessariamente uma medida precisa por si só. Interessante observar que, embora alguns moradores possam considerar o crescimento de matos altos como um indicador de fertilidade do solo, outros podem não ter essa característica em suas propriedades. Existem várias razões pelas quais isso pode ocorrer, como a disponibilidade de água e drenagem do solo.

Conforme os dados coletados, associam o vigor do crescimento das plantas à fertilidade do solo, o que é respaldado por pesquisas como as de Lima et al. (2017), que discutem a relação entre cobertura vegetal e qualidade edáfica. Além disso, a variação da textura do solo foi mencionada por 45% dos entrevistados,

estando em consonância com os achados de Costa e Ribeiro (2016), que enfatizam a influência da granulometria na retenção de nutrientes e umidade. Assim, questionou-se, se eles acham que existe vários tipos de solo, e se sim, como poderia diferenciá-lo. Dessa forma 45% dos moradores afirmaram ter vários tipos de solos em suas propriedades como se observa na figura (20).

Gráfico 11: Tipos de solos em Mato Grosso

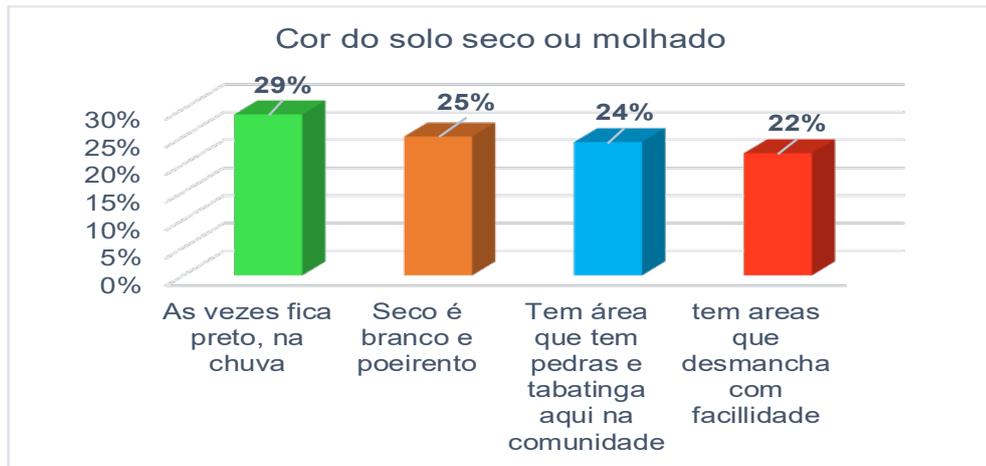


Fonte: Dados da pesquisa/2023.

Alguns agricultores tiveram dificuldade em entender o que era solo, expliquei de maneira simples e segundo a fala da inquirida (y) “*existe vários solos, e tem alguns lugares que nem todas as plantas dá na comunidade*”. De acordo com outra entrevistada (y) “*Sim, depende dos tipos de planta, um local a planta já não se dá bem, pelo pouco que a gente entende é isso*”.

Nota-se que, além dos moradores que afirmaram ter vários tipos de solos em suas propriedades, outros 33% mencionaram que a variedade de solo depende do tipo de planta que estão cultivando. Isso sugere uma percepção adicional da complexidade do solo e de como ele pode variar em diferentes partes da propriedade, influenciando as escolhas de cultivo e práticas agrícolas dos moradores. Essa diversidade de perspectivas sobre o solo pode indicar uma compreensão mais profunda e holística por parte dos moradores sobre os sistemas naturais em suas propriedades. Dessa forma, questionou-se sobre a cor do solo, figura (21).

Gráfico 12: Cor do solo, conforme os agricultores da comunidade de Mato Grosso, Morros-MA

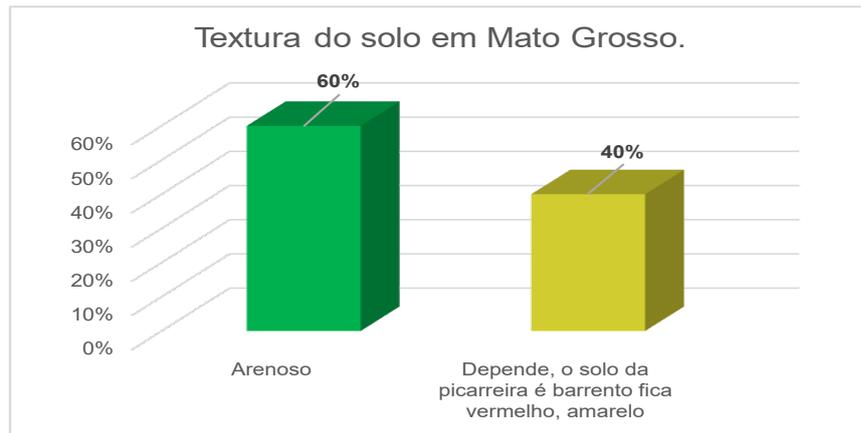


Fonte: Dados da pesquisa/2023.

De acordo com os resultados obtidos nas entrevistas, um indicador primário é a cor do solo. O preto era a cor predominante nos solos das propriedades, sendo mencionado por 29% dos entrevistados. Além disso, 25% descreveram o solo como seco, branco e poeirento. O conhecimento do agricultor local depende da cor do solo para interpretar a fertilidade do solo na localidade estudada. Esta percepção dos agricultores e a relação da cor com a fertilidade, ao comparar o conhecimento local e científico, observaram-se diversas concordâncias, onde as percepções dos inquiridos confirmaram que os seus solos pretos e argilosos são de facto mais férteis. Esses aspectos são relevantes pois tal percepção está alinhada com os estudos de Almeida e Freitas (2015), que demonstraram que solos escuros tendem a possuir maior teor de matéria orgânica, favorecendo a atividade biológica e o fornecimento de nutrientes.

Entre todas as localidades da área de estudo foram detectadas diferenças estatisticamente significativas. Outro indicador importante para determinar a fertilidade do solo foi a textura. Os agricultores, na sua perspectiva, mencionaram possui diferentes classes texturais dos solos de suas propriedades, figura (22).

Gráfico 13: Textura do solo, conforme os agricultores na comunidade de Mato Grosso, Morros-MA

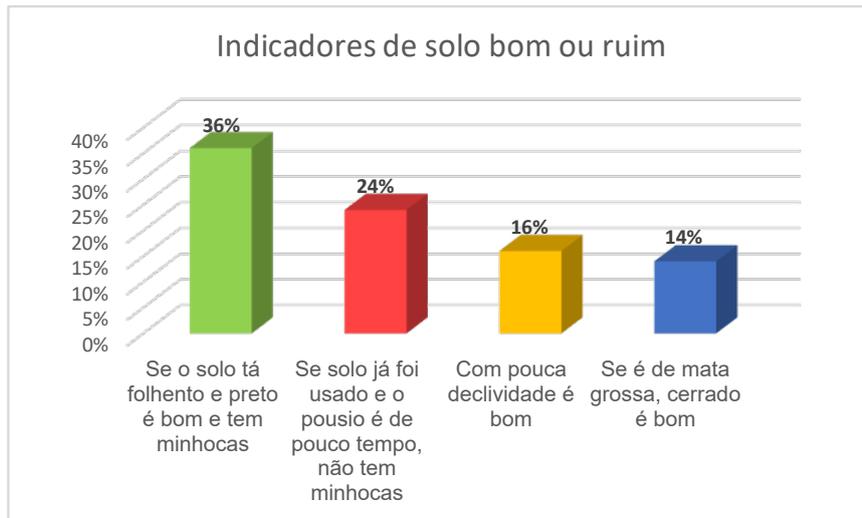


Fonte: Dados da pesquisa/2023.

De acordo com o conhecimento dos agricultores, o solo com textura argilosa é ideal. Para atividades agrícolas; portanto, afirmam que a água não forma poças nem escorre muito rapidamente nos seus solos. Os solos argilosos de acordo com os inquiridos em anos secos são difíceis de tratar, o que ocorre oposto aos solos arenosos, que são fáceis de tratar, mas sem chuva se tornam menos férteis. Na maioria dos locais de estudo foram encontradas concordâncias entre o que foi mencionado pelos entrevistados e os dados científicos, o que mostra que os agricultores conhecem amplamente as características dos seus solos. Além disso, a presença de solos rasos foi apontada por 68% dos entrevistados como um fator limitante para o cultivo, corroborando as análises de Santos e Oliveira (2018), que destacam a importância da profundidade do solo na escolha das culturas agrícolas. A relação entre o rendimento agrícola e a fertilidade também foi evidenciada, com 75% dos agricultores associando solos férteis a boas colheitas, o que está em conformidade com as conclusões de Moreira et al. (2020), que ressaltam a importância da fertilidade edáfica para a produtividade agrícola.

Associado a cor e textura é que saberão o nível de fertilidade do solo, como mostra na figura (23).

Gráfico 14: Indicadores de solo bom ou ruim, conforme os agricultores da comunidade de Mato Grosso, Morros-MA



Fonte: Dados da pesquisa/2023.

Todos os entrevistados afirmaram que os seus solos têm baixa pedregosidade, e os solos pedregosos na localidade da piçarreira, não são trabalháveis como na fala do entrevistado (x) “*Na piçarreira é meio difícil*”. No período chuvoso a água acumula no solo arenoso, mas seca rapidamente, segundo a fala da entrevistada (y) as vezes “*Ligeiro, quando tá muito chuvoso até alaga*”. Na visão dos inquiridos, os solos argilosos da piçarreira alaga e seca lentamente no período chuvoso.

Na sua perspectiva, os agricultores mencionaram a profundidade do solo como um importante indicador da fertilidade edáfica das suas explorações, pois é uma característica chave para determinar as espécies de plantas a serem cultivadas. Assim, neste estudo, a maioria dos agricultores (68%) mencionou que os seus solos são rasos, dificultando o cultivo de espécies com raízes mais desenvolvidas, além de vegetais e plantas medicinais.

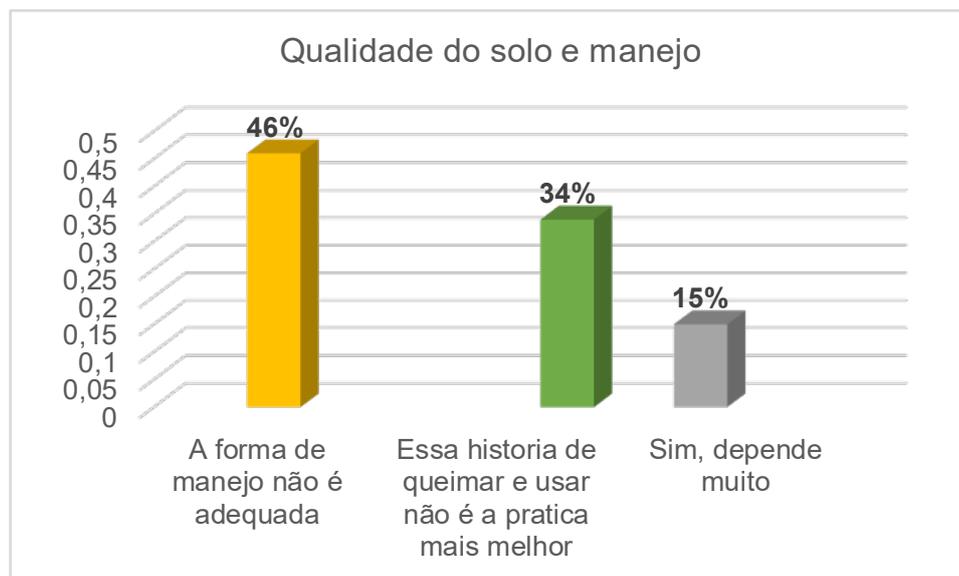
Os agricultores consideram o solo fértil quando apresentam bons rendimentos agrícolas (75%) e não necessitam de fertilizar constantemente, indicando diferenças estatísticas significativas em relação aos solos de baixo rendimento. Na percepção da maioria dos entrevistados é comum acreditar que os seus solos proporcionam boas colheitas.

8.2 Práticas de manejo

Os agricultores fazem o manejo do solo de forma tradicional, com pouca tecnologia, onde predomina o preparo manual, afrouxando as camadas superficiais

do solo e preparando-o para o plantio. Os agricultores indicaram que a prática mais comum é a lavoura manual (77%). Quando questionados sobre a necessidade de adubação nos solos cultivados, parece haver uma compreensão geral de que os solos na comunidade podem precisar de adubação, mas a necessidade específica pode variar dependendo da planta que foi plantada (40%) como se verifica na fala (y): “*sim mais muita das vezes depende da planta que foi plantada* “. Isso está alinhado com a ideia de que diferentes plantas têm diferentes exigências nutricionais e podem prosperar melhor em tipos específicos de solo. Essa percepção está alinhada com o conceito de exigências nutricionais diferenciadas entre culturas agrícolas, o que influencia diretamente na produtividade e sustentabilidade do manejo do solo (Bertoni; Lombardi Neto, 2010). No que se refere a melhorar a qualidade do solo com o manejo, a figura (24) mostra as principais respostas.

Gráfico 15: Qualidade e manejo do solo, conforme os agricultores da comunidade de Mato Grosso, Morros-MA



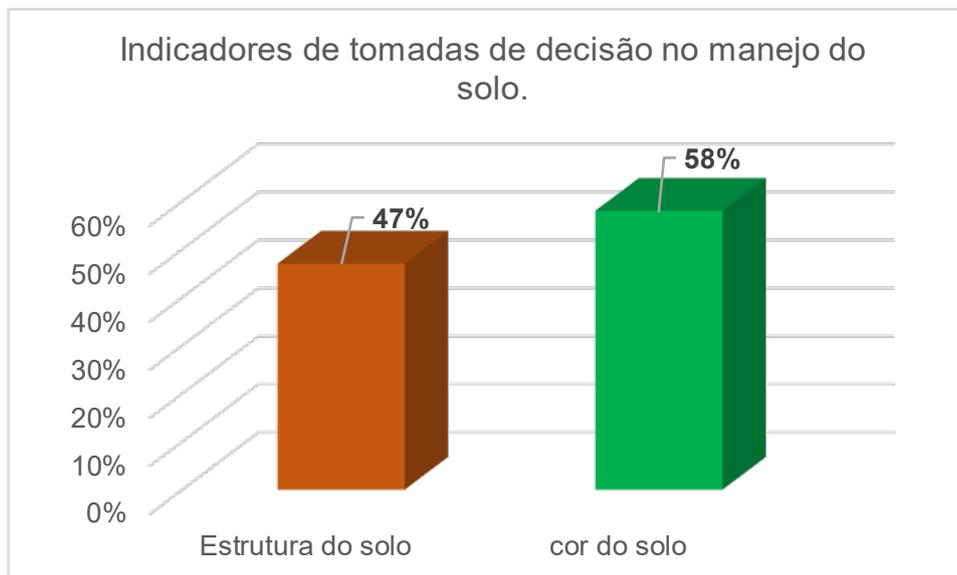
Fonte: Dados da pesquisa/2023.

Para 46% dos agricultores, a forma de manejo utilizada atualmente não é adequada, enquanto 34% acreditam que queimar e outros métodos não são os melhores como na fala dos agricultores (x e y). “*Temos que melhorar mais, porque essa história de queimar e usar não é a pratica mais melhor porque vai desmatando tudo ainda mais agora que estão tudo vendendo no nosso povoado*”. Essa afirmação

sugere que uma parcela significativa dos agricultores não está satisfeita com o método de manejo atual, sendo que quase metade considera que não é adequado. Além disso, uma proporção significativa acredita que a prática de queimar e outros métodos utilizados não são os mais eficazes ou ideais. Essas respostas sugerem insatisfação com os métodos convencionais, reforçando a necessidade de revisão das práticas agrícolas para garantir maior sustentabilidade (Lepsch, 2015). A adoção de técnicas de manejo mais eficientes pode melhorar a qualidade do solo e reduzir impactos ambientais, como erosão e perda de fertilidade.

Esses números destacam a importância de revisar e possivelmente reformular as práticas de manejo agrícola para atender às necessidades e preocupações dos agricultores, bem como para promover práticas mais sustentáveis e eficientes. Essas percepções influenciam as decisões dos agricultores em relação às tomadas de decisões para cultivo em determinado solo, levando-os a considerar fatores como a cor do solo em 58% dos casos e a estrutura do solo em 47% das vezes (25).

Gráfico 16: Indicadores de tomadas de decisão no manejo do solo, conforme os agricultores entrevistados da comunidade de Mato Grosso, Morros-MA



Fonte: Dados da pesquisa/2023.

Para os agricultores, a cor do solo é um fator determinante na decisão sobre

que tipo de cultivo será plantado, além da estrutura como um aspecto crucial na tomada de decisão para o tipo de cultivo a ser realizado. Portanto, os moradores reconhecem a importância de ajustar as práticas de adubação com base nas necessidades individuais das plantas cultivadas, o que pode contribuir para um manejo mais eficaz e sustentável do solo na comunidade. De acordo com Lepsch (2015), a cor e a estrutura do solo estão diretamente relacionadas à sua composição química e capacidade produtiva, sendo fatores essenciais na tomada de decisão agrícola. Em Algumas falas dos inquiridos é reforçado como é escolhida a área para o plantio das culturas;

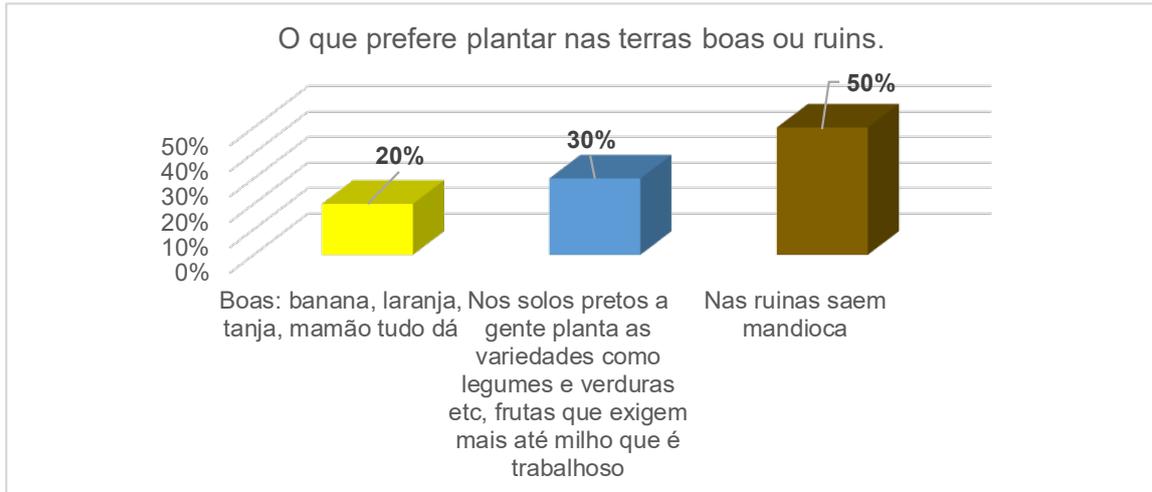
(y): “Depende se o mato tá grosso, limpa e roça, planta mandioca e milho, as vezes encaranga tudo lá onde tá e não dá nada, embola tudo e lá ele fica”

(y): “não, a minha plantação é só maniva, roça tudo e planta, eu deixo em pousio, mais de ano de uns 4 a 5 anos. Nasce mato, mas não erva daninha”

(x): “Depende de que plantio, pra mim tem plantação que é só a partir de dezembro, mas mandioca é agora em setembro”

A partir dessas respostas, os moradores consideram cuidadosamente que tipo de cultura plantar nas terras que percebem como boas e ruins. De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (2010), a seleção adequada das culturas, considerando as características do solo, é fundamental para evitar a exaustão dos nutrientes e manter a produtividade a longo prazo. Assim, esses dados destacam a importância da qualidade do solo na seleção das culturas a serem cultivadas, especialmente quando se trata de terras classificadas como boas ou ruins pelos moradores (Figura 26).

Gráfico 17: Escolha do plantio nas terras boas e ruins conforme os agricultores da comunidade de Mato Grosso, Morros-MA



Fonte: Dados da pesquisa/2023.

De acordo com as respostas, 20% dos inquiridos optam por plantar bananas, tanjas e mamão nas terras consideradas boas, onde tudo parece prosperar. Para 30% dos entrevistados, os solos pretos são ideais para o cultivo de variedades de verduras e legumes, e milho, figura (27) que na percepção deles exige mais do solo. Enquanto isso, impressionantes 50 % dos agricultores escolhem plantar mandioca nas terras consideradas ruins. Essas escolhas refletem como a percepção da qualidade do solo influencia diretamente as decisões sobre quais culturas plantar em diferentes tipos de terreno. A produtividade média em 2 anos dessas culturas é em torno de 2 a 3 colheitas segundo os agricultores e também relataram que às vezes dá muita formiga nos solos pretos o que reforça que a presença de pragas pode estar relacionada a práticas inadequadas de manejo do solo e à falta de diversificação das culturas segundo Lepsch (2015), reforçando a necessidade de práticas conservacionistas para garantir um equilíbrio sustentável na produção agrícola.

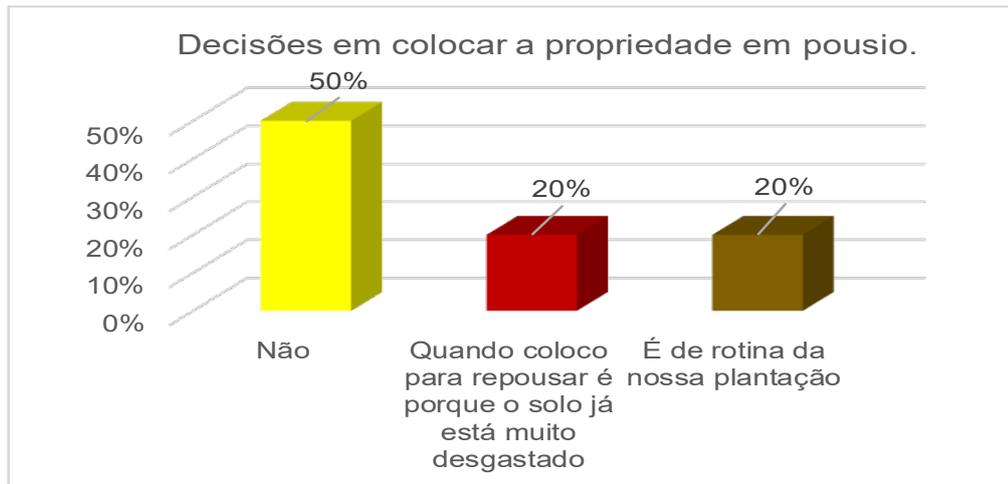
Figura 10: Produção de milho do povoado Mato Grosso, Morros-MA



Fonte: Campo de pesquisa / 2023.

Quando questionados sobre a decisão em colocar uma parcela do solo em pousio, em Mato Grosso, uma das estratégias mais mencionadas para a recuperação do solo foi o repouso do solo, também conhecido como pousio (50%) pelos agricultores. Os agricultores afirmaram que a decisão de colocar uma parcela em pousio não está relacionada com a entrada de dinheiro e uma menor fertilidade do solo. 20% indicaram que a razão para colocar uma parcela em pousio é porque o solo já está muito desgastado. Outros 20% mencionaram que essa prática faz parte da rotina de sua plantação Drugowich e Stivari (2014), pois os autores mencionam que a prática de pousio permite a recuperação gradual do solo, auxiliando no controle da erosão e no estabelecimento de terraços naturais ao longo dos anos. Isso reforça a percepção dos agricultores sobre os benefícios dessa estratégia para a melhoria da fertilidade e conservação do solo. (Figura 28).

Gráfico 18: Decisões em colocar a propriedade em repouso, conforme os moradores



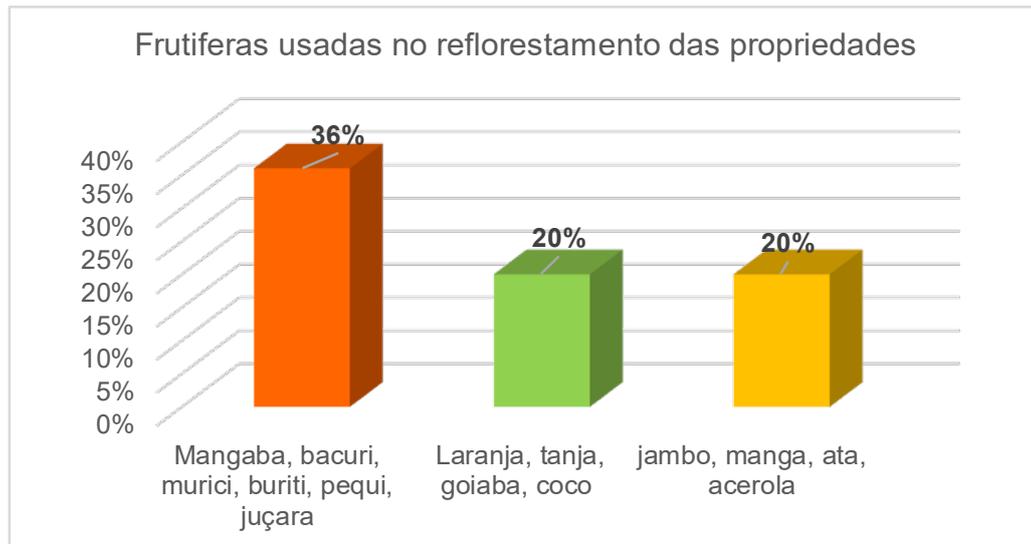
Fonte: Campo de pesquisa / 2023.

Esses resultados sugerem uma variedade de percepções e razões por trás da decisão de colocar uma parcela em pousio. Enquanto para alguns não está diretamente relacionado à entrada de dinheiro ou à fertilidade do solo, outros o fazem por preocupações com o estado do solo ou como parte de uma prática rotineira em suas plantações. Essas informações podem ser úteis para entender melhor as perspectivas dos moradores e informar decisões futuras relacionadas ao manejo agrícola e à utilização da terra, que em Mato Grosso dependem muito dos recursos naturais do solo. Knudsen et al. (2017), pois enfatiza a importância das funções edáficas do solo no manejo sustentável da terra. O pousio é uma estratégia essencial para recuperar as propriedades edáficas e manter a fertilidade do solo.

Quanto à relação entre a menor fertilidade do solo e a entrada de dinheiro, geralmente há uma correlação direta. Solos menos férteis tendem a produzir colheitas de menor qualidade e quantidade, o que pode resultar em menores rendimentos financeiros para os agricultores. No entanto, essa relação pode variar dependendo de outros fatores, como os preços de mercado dos produtos agrícolas e os custos de produção. Em muitos casos, os agricultores podem precisar investir mais para tentar compensar a menor fertilidade do solo, o que pode afetar seus resultados financeiros daquele mês em específico. Idowu (2020), pois discute como a qualidade do solo é influenciada por diferentes práticas agrícolas e como isso impacta diretamente a produtividade e os aspectos econômicos da produção. A relação entre fertilidade do solo e retorno financeiro reforça a importância de métodos sustentáveis para a conservação do solo.

O plantio de árvores também foi citado como estratégia de conservação do solo. Os agricultores, em sua maioria, plantam espécies frutíferas, em especial as regionais (Mangaba, bacuri, murici, juçara entre outras) figura (29), tanto nas margens do rio Igarapé como nas roças.

Gráfico 19: Plantas utilizadas para o reflorestamento na comunidade de Mato Grosso, Morros-MA



Fonte: Dados da pesquisa/2023.

Os agricultores consideram o plantio de árvores como uma estratégia importante para a conservação do solo, essa diversidade de árvores frutíferas não só contribui para o solo, mas também visam oportunidades econômicas e para uso próprio nos meses que a produção não rendeu tanto.

Outras estratégias utilizadas pelos agricultores incluem a incorporação de resíduos de culturas e estrume animal; são práticas de baixo custo e a maioria dos agricultores cultiva e cria animais nas suas explorações. Outras opções respectivamente incluem a incorporação de esterco animal, o associativismo cultural, como mencionam os agricultores que associam o milho às leguminosas, ao feijão.

A prática dos agricultores de plantar árvores frutíferas nas margens do Igarapé e nas roças se relaciona com os estudos de Liu et al. (2020), que demonstram que o reflorestamento reduz a erosão do solo e melhora suas propriedades. A presença de cobertura vegetal favorece menores taxas de escoamento e transporte de sedimentos, tornando o solo mais estável e produtivo a longo prazo. No entanto,

os mesmos autores alertam que a restauração da vegetação pode afetar a disponibilidade hídrica, destacando a necessidade de um planejamento cuidadoso para evitar impactos negativos no abastecimento de água.

Uma prática que foi amplamente utilizada no passado, mas que atualmente é adotada por poucos agricultores, é o uso dos resíduos da produção de carvão, da caeira popularmente conhecida na comunidade, especialmente na produção de legumes e verduras e nos canteiros (Figura 30).

Figura 11: Uso dos resíduos do carvão no solo da comunidade de Mato Grosso, Morros-MA



Fonte: Campo de pesquisa / 2023.

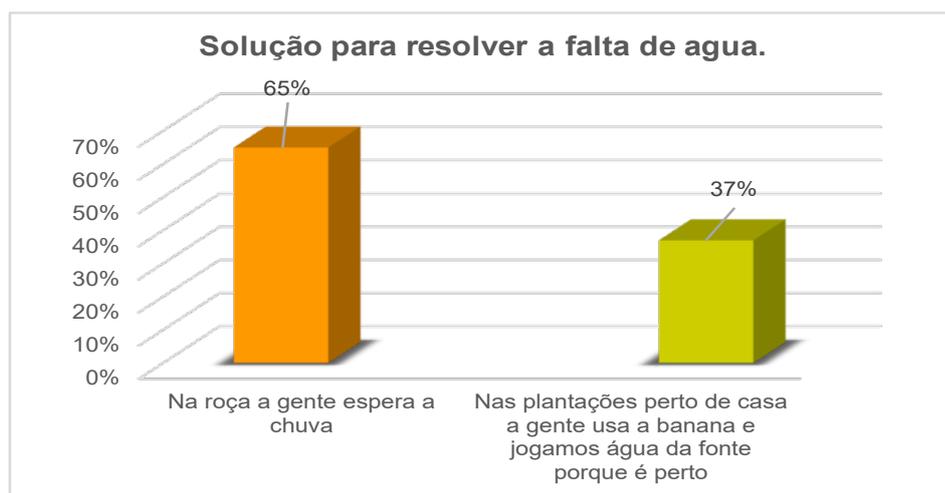
Embora essa prática tenha entrado em desuso, devido a mudanças nos métodos agrícolas e preocupações ambientais, ainda é importante reconhecer seu potencial. A utilização desses resíduos pode contribuir para a fertilização do solo e para a melhoria de suas propriedades físicas, fornecendo nutrientes essenciais para o crescimento das plantas (Silva, 2019; Mwiti, 2022). Revitalizar essa prática pode representar uma oportunidade sustentável para os agricultores, combinando técnicas tradicionais com preocupações contemporâneas com o meio ambiente.

Os relatos dos agricultores destacam claramente essa preocupação com a

fertilidade do solo. Como expressado por um agricultor (x): *"Se você não adubar o canteiro, não terá produção, a mesma coisa é do fertilizante. O adubo que eu mais uso é o natural"*. Isso ressalta a importância vital de fornecer nutrientes essenciais para as plantas por meio da adubação adequada. Além disso, os agricultores observam que algumas plantas apresentam sintomas de deficiência nutricional, como folhas amareladas, o que evidencia a necessidade urgente de adubar o solo. Portanto, a prática de estrumar, ou seja, aplicar adubos orgânicos ou inorgânicos nos canteiros, torna-se essencial para garantir uma produção saudável e sustentável de legumes e verduras na comunidade.

Os agricultores inquiridos não utilizam irrigação nas suas culturas, devido à falta de água, aguardam o período das chuvas para a semeadura. É amplamente reconhecido que o baixo fluxo de água influencia a vulnerabilidade das famílias rurais. Na área rural, onde as plantações estão localizadas na roça, os agricultores dependem principalmente da chuva para irrigar suas plantações. Eles adotam uma abordagem de espera, contando com a precipitação natural para fornecer água às suas culturas, figura (31).

Gráfico 20: Soluções para resolver a falta de água na agricultura, conforme os moradores da comunidade de Mato Grosso, Morros-MA



Fonte: Campo de pesquisa / 2023.

Como mencionado pelos inquiridos na figura anterior, nas plantações próximas às casas, eles têm acesso a uma fonte de água que é o Igarapé São Benedito e utilizam a água dessa fonte para irrigar suas plantações. Além disso, eles

mencionam o uso de bananas para esse fim, o que pode indicar que as bananas são usadas como uma espécie de regador natural para distribuir a água sobre as plantas (Figura 32).

Figura 12: Roça próximo ao igarapé São Benedito na comunidade de Mato Grosso, Morros-MA



Fonte: Campo de pesquisa / 2023.

Assim, os agricultores têm diferentes abordagens para lidar com a escassez de água em suas plantações. Essas práticas refletem a adaptação dos agricultores às condições locais e às fontes de água disponíveis em suas áreas. Enquanto alguns dependem da chuva, outros aproveitam recursos hídricos próximos para irrigar suas plantações, demonstrando uma variedade de estratégias para lidar com a escassez de água na agricultura. A figura 33 demonstra a técnica da “bananeira enterrada”, uma prática de conservação do solo comum em algumas regiões tropicais onde as bananeiras são cultivadas. Atualmente, em Mato Grosso essa técnica está se perdendo com o envelhecimento dos moradores e quase não é utilizada atualmente.

Figura 13: Manejo da bananeira enterrada na comunidade de Mato Grosso, Morros-MA



Fonte: Campo de pesquisa / 2023.

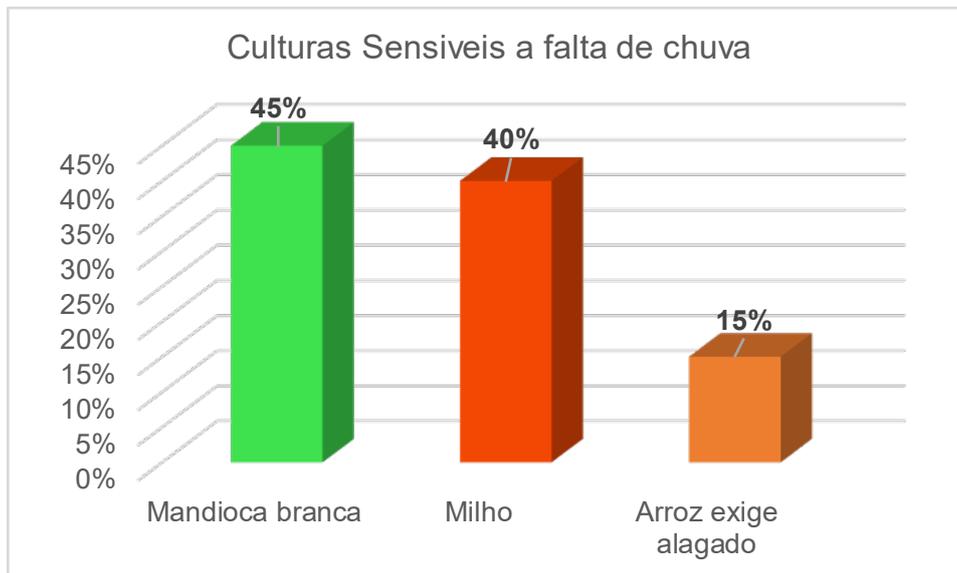
A utilização dessa técnica não se reduz somente ao cultivo de bananeira, pois ela ajuda a melhorar a qualidade do solo como um todo, ao mesmo tempo que aproveita os resíduos das plantas, promovendo assim a sustentabilidade agrícola. Para esse procedimento, os agricultores cavam uma parte do solo, geralmente na área entre as fileiras de cultivo, onde desejam conservar o solo e colocam pedaços de bananeira cortados embaixo do solo. Esses pedaços de bananeira podem ser de plantas maduras ou de bananeiras que foram podadas. Essa prática é conhecida por promover a decomposição da matéria orgânica e aumentar a fertilidade do solo liberando nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio, além de água (Drugowich, 2014). Esses nutrientes e a umidade liberados pelas raízes em decomposição podem beneficiar as plantas que crescem nas proximidades, contribuindo para a fertilidade do solo.

Depois de enterrar os pedaços de bananeira, os agricultores cobrem a área

com mais resíduos de bananeira ou outros materiais orgânicos. Isso ajuda a criar uma camada de cobertura morta que protege o solo contra a erosão, mantém a umidade e fornece nutrientes à medida que se decompõe.

Contudo, foi questionado aos agricultores as culturas que têm sensibilidade à falta de chuva. Com base nas informações dos inquiridos parece que as culturas sensíveis à falta de chuva mencionadas são a mandioca, a macaxeira e o milho. Além disso, o arroz também foi mencionado como uma cultura que exige condições alagadas, figura (34).

Gráfico 21: Culturas sensíveis a falta de chuva, conforme os moradores na comunidade de Mato Grosso, Morros-MA



Fonte: Dados da pesquisa/2023.

Mandioca e macaxeira, ambas têm tolerância à seca, por possuir um controle estomático altamente eficiente de modo que em situação de déficit hídrico a planta fecha os estômatos diminuindo a condutância estomática e a transpiração, mantendo o potencial hídrico da folha por mais tempo e semelhante ao de uma planta sem déficit hídrico, conforme Gabriel (2014).

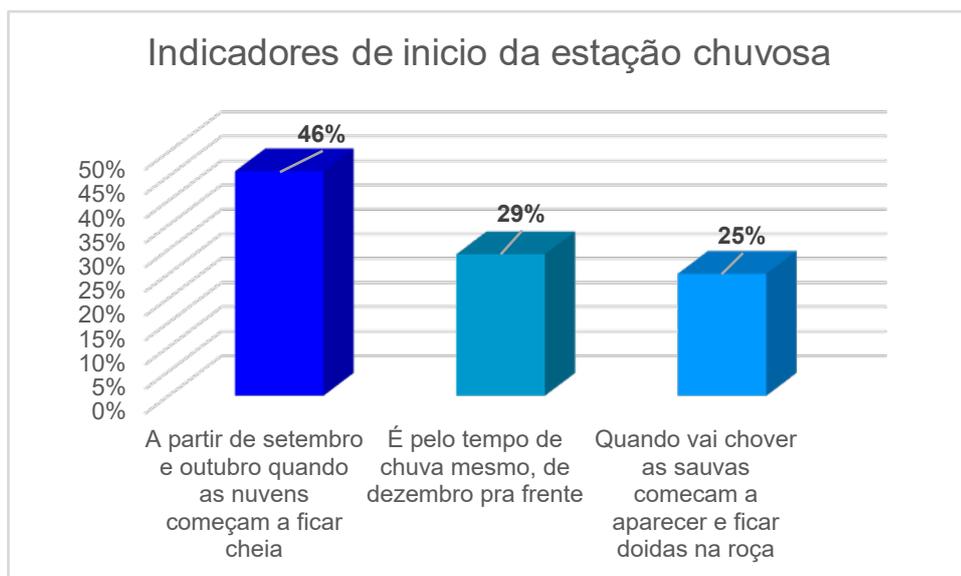
O milho também é muito sensível à falta de chuva, especialmente durante estágios críticos como a polinização, entretanto, pode ser cultivado em regiões onde as precipitações vão desde 250 mm até 5000 mm anuais (Landau et al, 2021). Ainda de acordo com o mesmo autor, a ocorrência de déficit hídrico na cultura do milho pode

ocasionar danos em todas as fases do cultivo da planta.

O arroz é uma cultura que requer alagamento ou irrigação constante durante grande parte de seu ciclo de crescimento. Isso ocorre porque o arroz é uma planta semi aquática e seu cultivo em condições de solo úmido ou alagado é essencial para seu desenvolvimento e produção adequados.

Observar indicadores naturais é uma prática comum entre os povos tradicionais, especialmente para os comunitários que dependem fortemente das chuvas sazonais para atividades agrícolas, como Mato Grosso, percebam o início da estação chuvosa com base em indicadores naturais, como as mudanças nas nuvens (figura 35).

Gráfico 22: Indicadores e início da estação chuvosa, conforme os moradores na comunidade de Mato Grosso, Morros-MA



Fonte: Dados da pesquisa/2023.

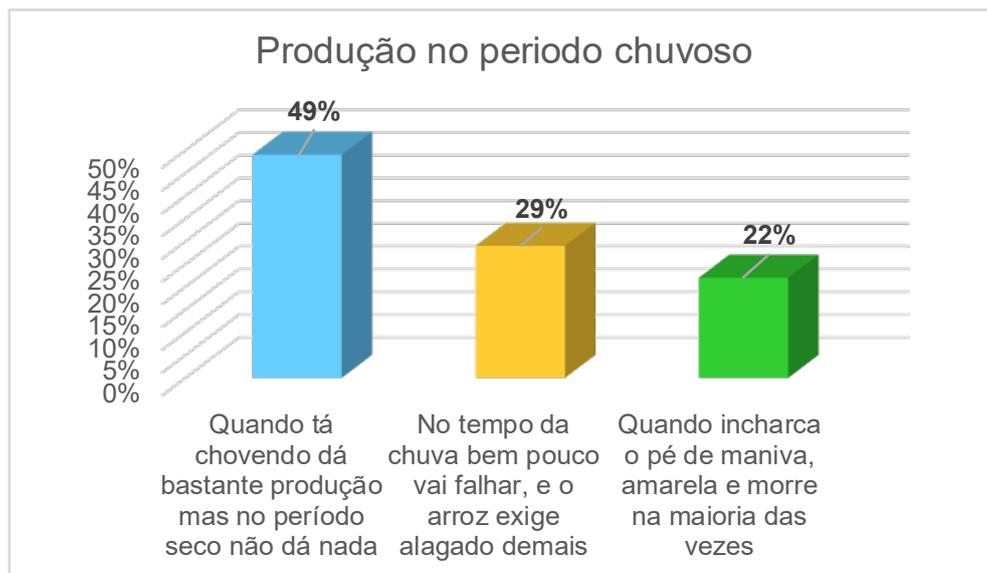
A observação de nuvens que começam a ficar mais carregadas é frequentemente associada à iminência das chuvas, geralmente a partir de setembro e outubro, coincide com a transição da estação seca para a estação chuvosa em muitas partes do Brasil. Outro indicador para os inquiridos é a observação do comportamento dos animais, como as saúvas, sendo um indicador útil para prever a chegada da chuva.

Essa observação do comportamento animal é mais um exemplo de como as comunidades rurais utilizam o conhecimento tradicional e a observação da natureza para prever mudanças climáticas e planejar suas atividades agrícolas.

Apesar disso em uma da fala de um do entrevistado, ele relata que se aplica o veneno nesses casos antes da chuva, mas nem todas as vezes as consequências são positivas, acabando com o plantio antes da chegada da chuva ressaltando a dificuldade no controle de pragas, afirmando;(x) *"Quando a gente aplica veneno, só evita a formiga saúva, e quando não acaba com ela, acaba com a roça."* Esse relato evidencia a preocupação dos agricultores com o equilíbrio entre o uso de defensivos e a preservação da produção.

Essa situação destaca a importância de considerar cuidadosamente os métodos de controle de pragas e suas possíveis consequências, bem como a necessidade de abordagens mais sustentáveis e adaptáveis às condições locais. Nesse ínterim durante o período chuvoso, quando as chuvas são mais frequentes, 49% dos agricultores relatam que a produção agrícola é bastante elevada. Isso sugere que as chuvas regulares durante esse período são benéficas para o crescimento e desenvolvimento das culturas (figura 36).

Gráfico 23: Produção agrícola no período chuvoso na comunidade de Mato Grosso, Morros-MA



Fonte: Dados da pesquisa/2023.

No entanto, 29% dos agricultores observam que, mesmo durante o período

chuvoso, a produção agrícola pode ser afetada por diferentes fatores, levando a uma produção menor. Esses dados destacam a importância do clima, especialmente das chuvas, na determinação da produtividade agrícola. Embora as chuvas sejam essenciais para o crescimento das plantas, o excesso ou a escassez de chuvas podem ter impactos significativos na produção, e em Mato Grosso e os agricultores já estão acostumados com essas variações climáticas, mesmo que frustrante na maioria das vezes.

Isso se conecta com os achados do estudo de Liu et al. (2020), que destaca que a restauração da vegetação pode resultar em escassez de água no solo ou baixo fluxo nos rios, afetando negativamente a disponibilidade de água para as plantações. Embora a restauração da vegetação tenha um efeito positivo sobre a proteção contra a erosão e o controle de sedimentos, ela pode também alterar a dinâmica hídrica local e impactar negativamente a produtividade agrícola, especialmente quando a distribuição da água não é adequada. Portanto, a percepção dos agricultores sobre as variações no clima e o impacto das chuvas pode ser ampliada pela pesquisa de Liu, que revela como a restauração da vegetação pode influenciar os recursos hídricos disponíveis, e como isso se traduz em desafios para a agricultura sustentável em regiões como Mato Grosso.

Em geral, é fundamental promover, conservar e melhorar, as estratégias que os agricultores utilizam há gerações, porque os agricultores as conhecem bem e amplamente, e promovem a conservação local da agrobiodiversidade e garantem uma melhor gestão do solo. Em última análise, isto contribui para uma diminuição das emissões de gases com efeito de estufa, que são o resultado da produção de pesticidas e fertilizantes (Brady, 2017).

8.3 Aquisição de conhecimentos sobre a gestão do solo

Os agricultores não têm apoio da gestão municipal e falta de mão-de-obra em práticas sustentáveis de gestão da terra que afetam o rendimento das colheitas e limitam a conservação do solo, pois os agricultores não possuem tecnologia agrícola e condições socioeconômicas. As práticas de gestão para manter e aumentar a fertilidade do solo variam de agricultor para agricultor, mesmo a nível local, porque os seus conhecimentos e percepções são geralmente baseados na experiência, o que

lhes permite detectar diferenças nos níveis de fertilidade do solo nas suas explorações (Kome et al., 2018).

A maioria dos entrevistados (94%), mencionou que no passado os solos eram mais férteis do que agora, indicando que as colheitas de há anos atrás eram mais produtivas do que hoje, revelando que isso se devia ao empobrecimento dos solos como resultado de uma má gestão.

Os agricultores demonstraram familiaridade e conhecimento dos seus solos, com a maioria (88%) afirmando que o seu conhecimento foi adquirido dos seus pais, avós, irmãos ou outros familiares, seguidos por 12% dos entrevistados, que disseram ter adquirido seus conhecimentos por seus próprios meios (figura 37).

Figura 14: Colheita da mandioca na roça na comunidade de Mato Grosso, Morros-MA



Fonte: Campo de pesquisa / 2023.

Alguns relatos dos inquiridos são:

(x) *“pra plantar um ano após o outro tinha que ter uma variedade da terra”*

(x e y); *“nossa terra sempre foram as mesma, agora tá pior, não rende mais, demora mais tempo pra render, tá mais fraca”*

(x): *“hoje nossa terra tá mais fraca ainda, hoje a gente quase não tem mais controle da nossa terra”*

(y): *“Capinei, toquei fogo, plantei de novo, nasceu um pé aqui e outro aculá, e depois tentei plantar e não passou de um palma a planta, a terra alvinha, limpinha”.*

Esses relatos podem ser interpretados como um exemplo de como a agricultura pode ser desafiadora, mesmo com o cuidado e os esforços dos agricultores. Em alguns casos, mesmo com muitos esforços o resultado não é o esperado, como na descrição da terra como "alvinha" e "limpinha" sugere que o solo estava limpo e bem preparado para o cultivo, mas mesmo assim, o resultado não foi o esperado.

Outra questão preocupante é o envelhecimento dos agricultores que é uma restrição em muitas terras agrícolas no mundo desenvolvido, bem como a falta de potenciais sucessores, e essa preocupação foi mencionada por uma agricultura (y):

“Eu comecei a roçar com 12 anos. Poucas pessoas estão produzindo, eu acho que isso aí com o tempo os dias ninguém vai querer, hora, até agora não tem mais esse produto de roça como tinha. Os jovens não querem nada com a vida, se o mais velho não fizer, eles não vão nem com os pais pra roça. E acontece que eu não sei que rumo vai tomar, aí não produz roça, vai pra beco de sina beco de rua, nem estudar não querem. Quando eu não tenho nada pra comer o que me alimenta é a roça”.

Essa questão vem gerando debates em muitas regiões do mundo desenvolvido, incluindo países como os Estados Unidos, Canadá, países da União Europeia e Japão, entre outros. Há várias razões para isso, muitos jovens optam por não seguir carreiras agrícolas, preferindo oportunidades urbanas ou outras áreas de trabalho, assim como as regulamentações agrícolas podem ser complexas e variar significativamente de país para país e até mesmo de região para região (Embrapa, 2018). Em muitas áreas, as populações rurais estão diminuindo à medida que os jovens migram para áreas urbanas em busca de emprego e oportunidades educacionais. Isso pode resultar em uma escassez de mão de obra disponível para a agricultura (Embrapa, 2018).

O conhecimento local herdado dos pais pelos filhos é uma importante fonte de conhecimento para o manejo do solo nas áreas de estudo, como foi reforçado neste trabalho e em uma das falas dos entrevistados (x): *A gente sempre plantou nessas áreas, então os mesmos jeitos, a gente olhava e ia fazendo e aprendendo ao mesmo tempo*”.

Isto está de acordo com a pesquisa de Dumanski e Peiretti (2013) Tagliapietra et al. (2021), que defende que a aquisição de conhecimentos tradicionais sobre o solo é adquirida junto de agricultores bem-sucedidos pela sua tradição, regionais e nacionais, e especialmente através da formação direta de agricultor para agricultor. Desta forma, melhora-se a capacidade do agricultor e a sustentabilidade do sistema agrícola.

9. Recomendações Agroecológicas aos Agricultores

A agroecologia é uma abordagem interdisciplinar que integra conceitos da ecologia, agronomia, ciências sociais e outras áreas para promover sistemas agrícolas sustentáveis e resilientes. Em vez de focar apenas na maximização da produção agrícola a curto prazo, a agroecologia busca otimizar o uso dos recursos naturais, promover a biodiversidade, conservar o solo e a água, garantir a segurança alimentar e nutricional, e promover o bem-estar social e econômico das comunidades rurais. Ela se concentra nas práticas agrícolas sustentáveis em pequena escala, geralmente realizadas por famílias em suas propriedades rurais. Essa abordagem visa promover a produção de alimentos saudáveis, a conservação dos recursos naturais e a melhoria das condições de vida das famílias agricultoras.

Considerando a realidade socioeconômica dos moradores de Mato Grosso, a agroecologia pode ser uma prática muito viável e benéfica. Uma das práticas que pode ser utilizada no que se refere à escassez orgânica no solo em Mato Grosso, é a compostagem. A compostagem pode ser produzida a partir de resíduos agrícolas, esterco de animais, restos de culturas e material orgânico local, todos esses disponíveis na comunidade. Os materiais que não devem ser usados para fazer compostagem são os seguintes: madeira tratada com pesticidas contra cupins ou envernizadas, vidro, metal, óleo, tinta, couro, plástico (Sartori et al, 2022). Os processos de compostagem devem ser adequados à realidade de cada região, e

aproveitar os materiais localmente disponíveis, reduzindo a necessidade de mão de obra (Embrapa, 2023).

Outra prática viável de ser utilizada é a adubação verde, que envolve o cultivo de plantas específicas, conhecidas como plantas de cobertura, com o objetivo principal de melhorar a fertilidade do solo (Lima Filho et al, 2023) Alguns exemplos comuns de plantas de cobertura incluem trevo, aveia, mucuna, guandu, nabo forrageiro, entre outros. A escolha das plantas de cobertura depende das condições locais, dos objetivos de manejo e das culturas subsequentes, de acordo com Lima Filho et al, (2023), e em Mato Grosso para essa prática tem o Zezilim (*Crotalaria juncea*), assim como o olho de boi (mucuna preta) e o feijão guandu ou feijão do mato, plantas comuns no povoado. (Dal Bosco et al, 2017).

Quanto a questão dos fertilizantes na qual foi falado várias vezes pelos agricultores, na agroecologia tem-se os biofertilizantes, que são produtos orgânicos que contêm microrganismos benéficos, nutrientes solúveis e materiais orgânicos em decomposição, utilizados para promover o crescimento e desenvolvimento das plantas de forma natural e sustentável (Florêncio et al, 2022). Em Mato Grosso essa alternativa pode ser alcançada através dos biofertilizantes pelos compostos orgânicos produzido pela decomposição controlada de materiais orgânicos, como restos de plantas, esterco animal e resíduos domésticos (Florêncio et al, 2022), A fermentação de plantas consiste no processo de fermentação de espécies vegetais selecionadas, promovendo a decomposição controlada por microrganismos para obtenção de compostos benéficos, como urtiga, cavalinha ou banana, em água, para produzir um fertilizante rico em nutrientes e fitohormônios naturais, todas presentes na flora da comunidade (Florêncio et al, 2022).

Outra alternativa é o chorume de esterco líquido resultante da decomposição de esterco animal misturado com água. O chorume de esterco é uma fonte rica em nutrientes, como nitrogênio, fósforo e potássio, e pode ser aplicado diretamente no solo ou utilizado como fertilizante foliar (Andrade et al, 2017). Assim, os biofertilizantes são uma alternativa sustentável aos fertilizantes químicos, pois contribuem para a melhoria da saúde do solo, a redução da dependência de insumos externos e a promoção de práticas agrícolas mais ecológicas e regenerativas (Dal Bosco et al, 2017). Para a contenção de formigas e insetos uma alternativa viável é o plantio de plantas repelentes. Algumas plantas possuem propriedades repelentes naturais que

podem ajudar a afastar as formigas saúvas. Por exemplo, plantar culturas como lavanda, hortelã-pimenta, tomilho ou capim-limão ao redor das áreas cultivadas pode ajudar a diminuir a presença de formigas (Dal Bosco et al, 2017).

No entanto, é importante reconhecer que a transição para práticas agroecológicas pode enfrentar desafios, que podem variar dependendo do contexto local, das condições socioeconômicas e das características do sistema agrícola. Apesar desses desafios, a transição para práticas agroecológicas oferece uma série de benefícios, incluindo a promoção da sustentabilidade ambiental, o fortalecimento da segurança alimentar e nutricional, e a melhoria da qualidade de vida das comunidades rurais. Superar os desafios da transição agroecológica requer um esforço colaborativo entre agricultores, governos, instituições de pesquisa, organizações da sociedade civil e consumidores, visando criar um sistema alimentar mais justo, sustentável e resiliente. Portanto, é essencial que políticas públicas e programas de desenvolvimento rural em Morros no Maranhão, considerem e apoiem a adoção da agroecologia como uma alternativa viável e sustentável para os agricultores de Mato Grosso.

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente investigação proporcionou uma profunda compreensão da realidade dos solos na comunidade analisada, revelando características essenciais que influenciam diretamente a produção agrícola. Os dados coletados e analisados evidenciam que os solos desta região são consideravelmente pobres do ponto de vista químico, além de apresentarem uma textura predominantemente arenosa, o que os torna suscetíveis à erosão. Essa condição, aliada à dependência histórica do uso do fogo para o preparo dos solos, estabelece limitações significativas para a produtividade e propicia a rápida degradação dessas terras.

Os saberes desenvolvidos pelos agricultores a respeito do solo e do manejo de suas terras são influenciados tanto pelo aspecto prático quanto pelo cognitivo. No entanto, há um terceiro aspecto que interfere na visão de mundo desenvolvida pelo agricultor: o conjunto de crenças e valores. Portanto, os saberes resultam da articulação entre as esferas da crença, do conhecimento e das práticas do manejo. Esses três domínios constituem os focos centrais de estudos etnopedológicos.

Quanto à análise química e física do solo, os agricultores percebem como um instrumento importante, utilizado para recomendações correta de fertilizantes e corretivos. Não necessariamente para utilizá-las, mas para aprofundar a compreensão sobre a formação do solo e sobre o manejo integrado da fertilidade, com ênfase nas práticas agroecológicas de manejo do solo, que compreendem a fertilidade do solo de forma integrada e não apenas como um balanço de nutrientes presentes no solo. A metodologia utilizada permitiu decodificar o discurso científico hermético sobre os nutrientes do solo e sobre os resultados das análises químicas, ampliando o conhecimento dos agricultores sobre essa ferramenta de análise de qualidade do solo, cuja compreensão não pode ser exclusiva dos técnicos e cientistas.

Os Neossolos e Latossolos, presentes nesse contexto, demandam estratégias específicas para a obtenção de colheitas satisfatórias. Notadamente, os moradores adotam práticas agrícolas adaptadas à escassez nutricional desses solos. O consórcio entre diferentes culturas, com a prevalência de cultivos como a mandioca, o feijão e os tubérculos, têm se destacado como uma estratégia fundamental para garantir a segurança alimentar e a obtenção de colheitas razoáveis.

Ademais, a utilização de espécies adaptadas às condições de pobreza dos

solos revela-se como uma das principais alternativas adotadas pela comunidade para enfrentar os desafios impostos pelas limitações edáficas. O cultivo de mandioca, em especial, tem sido uma prática recorrente e preponderante, dada sua capacidade de adaptação a diferentes tipos de solo e condições adversas.

É imperativo salientar que, diante deste cenário, estratégias alternativas e sustentáveis de manejo do solo precisam ser consideradas e implementadas. Medidas que visem à melhoria da fertilidade do solo, redução da dependência do fogo no preparo das terras e o fortalecimento da biodiversidade agrícola são cruciais para promover um equilíbrio ambiental e assegurar a produtividade a longo prazo.

Assim, os resultados obtidos neste estudo oferecem subsídios valiosos para orientar políticas públicas, práticas agrícolas sustentáveis e ações comunitárias voltadas à preservação dos solos, permitindo vislumbrar caminhos promissores para o desenvolvimento agrícola e a resiliência das comunidades dependentes dessas terras.

REFERÊNCIAS

- ALHO, D, R. JÚNIOR, J, M. CAMPOS, M, C. C. **Caracterização física, química e mineralógica de Neossolos Litólicos de diferentes materiais de origem.** Rev. Bras. Ciênc. Agrár. Recife, v.2, n.2, p.117-122, 2007
<http://www.agraria.pro.br/ojs32/index.php/RBCA/article/view/v2i2a183/1384>
- ANACHE, Jamil AA. FLANAGAN, C Dennis. SRIVASTAVA, Anurag. WLENDAD, C Edson. **Land use and climate change impacts on runoff and soil erosion at the hillslope scale in the Brazilian Cerrado.** Science of The Total Environment Volumes 622–623, 1 May 2018, Pages 140 151. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969717333156>. Acesso em setembro de 2022.
- APRIL, R.H., D.M. Keller, and C. Driscoll. 2004. “Smectite in Spodosols from the Adirondack Mountains of New York,” *Clay Minerals*, 39: 99-113. PEDOSPHERE.COM. 2014. **Searchable Keys to Soil Taxonomy**. Eighth Edition Online [WWW]. Disponível em: https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/survey/class/taxonomy/?cid=nrcs142p2_053580
- ALMEIDA, E, de P, C. ZARONI, Maria José, Humberto Gonçalves dos Santos. Chernossolos Argilúvicos. Disponível em <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/chernossolos/chernossolos-argiluvicos>. Acesso em janeiro de 2023
- ARAUJO FILHO, J, C. RIBEIRO, M, R. BURGOS, N. MARQUES, F, A. **Solos da Caatinga.** In: Pedologia – solos dos biomas brasileiros / Editores Nilton Curi [et al.]. 1ª edição – Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2017.
- ALTIERI, Miguel A. *Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável.* Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004.
- ANGHINONI, I. et al. *Variabilidade espacial da fertilidade do solo: Implicações no manejo agrícola.* 2019.
- BOUMA, J. Land quality indicators of sustainable land management across scales. Agriculture. **Ecosystems and Environment**, v. 88, n. 2, p. 129-136, 2002.
- BRITO, L, F. **plantas de cobertura no sistema de plantio direto orgânico do milho em monocultivo e consorciado com feijão-de-porco (Canavalia ensiformes).** Lamara Freitas Brito. VIÇOSA – MG 2016. DISPONÍVEL EM <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/8418/1/texto%20completo.pdf>.
- BONNER, Ian J, MUTH Jr David J, JOSHUA B. Koch & DOUGLAS L. Karlen. **Modeled Impacts of Cover Crops and Vegetative Barriers on Corn Stover Availability and Soil Quality.** *BioEnergy Research* volume 7, pages 576–589 (2014). Published 19 February 2014. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12155-014-9423-y>
- BRADY, Nyle C. **Natureza e propriedades dos solos / “ The nature and properties of soils”.** Trad. Antonio B. Neiva Figueiredo Campolin, F.º. 7ª ed. Rio de Janeiro,

Freitas Bastos, 1989.

Brady NC, Weil RR. The nature and properties of soils. 14th ed. **Harlow, England : Pearson:**© Pearson Education Limited 2017.

BERTALANFFY, Ludwig von. **Teoria geral dos sistemas: fundamentos, desenvolvimento, aplicações.** Petrópolis: Vozes, 1973.

BERTONI, João; LOMBARDI NETO, Francisco. **Conservação do solo.** 8. ed. São Paulo: Ícone, 2010.

BALÉE, W. *Footprints of the Forest: Ka'apor Ethnobotany – The Historical Ecology of Plant Utilization by an Amazonian People.* New York: Columbia University Press, 1994.

CAMPOLIN, Aldalgiza Inês. Abordagens qualitativas na pesquisa em Agricultura Familiar / Aldalgiza Inês Campolin. – Corumbá: Embrapa Pantanal, 2005.

CARLOS R, G. BOJACÁ R. SCHREVEENS E. Understanding the heterogeneity of smallholder production systems in the Andean tropics – The case of Colombian tomato growers. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences* Volume 88, April 2019, Pages1-9. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1573521418301787>

CANADA. The Canadian System of Soil Classification. Agriculture and Agri-Food Canada. Government of Canada. Disponível em: <https://sis.agr.gc.ca/cansis/taxa/cssc3/index.html> acesso em outubro de 2023.

CROSSLAND, M. WINOWIECKI, L, A. PAGELLA, T. KIROS H. SINCLAIRLAL, F. Implications of variation in local perception of degradation and restoration processes for implementing land degradation neutrality. Elsevier. **Environmental Development** Volume 28, December 2018, Pages 42-54. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211464517303160>.

CASTRO, P, DE P. CURI, N. FURTINI NETO, A, E. RESENDE, Á, V DE. GUILHERME, L, R, G. MENEZES, M, D DE. ARAÚJO, E, F DE. FREITAS, D, A, F DE. MELLO, C, R, DE. SILVA, S, H, G, Química e mineralogia de solos cultivados com Eucalipto. *Scientia Forestalis Sci. For.*, Piracicaba, v. 38, n. 88, p. 645-657, dez. 2010. Disponível em: http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/16762/Scientia_Forestalis_v38_n88_p645-657_2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y Acesso em outubro de 2023.

CRUZ, J, C. FILHO, I A, P. FILHO, M, R, de A. **Rotação de Culturas** - Embrapa Milho e Sorgo. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/producao/rotacao-de-culturas>

CRAVO, M, da S. SOUZA, B, D, L, de. **Produção Mecanizada de Mandioca e Alternativas de Consórcios.** In: Cultura da mandioca: aspectos socioeconômicos,

melhoramento genético, sistemas de cultivo, manejo de pragas e doenças e agroindústria

/ Moisés de Souza Modesto Júnior, Raimundo Nonato Brabo Alves, editores técnicos. - Brasília, DF : Embrapa, 2016.

CORREIA FILHO, Francisco Lages. Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, estado do Maranhão: **relatório diagnóstico do município de Morros** / Francisco Lages Correia Filho, Érico Rodrigues Gomes, Ossian Otávio Nunes, José Barbosa Lopes Filho. - Teresina: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2011. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/15539/rel-morros.pdf?sequence=1> acesso em: janeiro de fevereiro de 2023.

CHIAVENATO, Idalberto. Introdução à teoria geral da administração. **4. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1993.**

CONKLIN, H. C. *Hanunoo Agriculture: A Report on an Integral System of Shifting Cultivation in the Philippines.* Roma: FAO, 1957.

DONAGEMMA, G, K. FREITAS, P, L. BALIEIRO, F, DE C. SPERA, A, F., TÚLIO, S. LUMBRERAS, J, F. VIANA, J, H, M. FILHO, J, C, DE A., SANTOS, F, C. ALBUQUERQUE, M, R. MACEDO, M, C, M. TEIXEIRA, P, C. AMARAL, A, J. BORTOLON, E. BORTOLON, L. Characterization, agricultural potential, and perspectives for the management of light soils in Brazil. **Pesq. agropec. bras.** Brasília, v.51, n.9, p.1003-1020, set. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/HQcWhPqMBK43vSgQdgc/tnBc/> acesso em outubro de 2023.

DRUGOWICH, Mário Ivo. STIVARI, Adalberte. CATI. Comissão Técnica de Conservação do Solo. **Boas Práticas em Conservação do Solo e da Água.** Coordenado por Mário Ivo Drugowich, Campinas, CATI 2014.

DE MARIA, I, C; DRUGOWICH, M, I, Bortoletti, J, O; et al. Recomendações gerais para a conservação do solo na cultura da cana-de-açúcar / Campinas: Instituto Agrônômico, 2016 100 p. online (Série Tecnologia APTA. Boletim Técnico IAC, 2016). <https://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/arquivos/iacbt126.pdf>

DAL BOSCO, G. R. et al. *Plantas de cobertura e adubação verde no manejo agroecológico de solos.* 2017.]

EMBRAPA. **Sistema Silvistoril.** Dezembro de 2019. Acesso em Novembro de 2022. <https://www.embrapa.br/florestas/transferencia-de-tecnologia/sistema-silvistoril/tema>

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Manual de métodos de análise de solo** / Paulo César Teixeira ... [et al.], editores técnicos. - 3. ed. rev.eampl. - Brasília, DF:Embrapa, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes//publicacao/1085209/manual-de-metodos-de-analise-de-solo>. Acesso em: janeiro de 2023.

EMPERAIRE, Laure. *Etnobotânica na Amazônia: saberes e práticas das populações locais.* São Paulo: Editora UNESP, 2009.

FAYAD, J.A.; COMIN, J.J.; KURTZ, C.; MAFRA, A. (Orgs.) **Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH):** O cultivo da cebola. Florianópolis, SC: Epagri, 2018. 78 p. (Epagri. Boletim Didático, 146).

FAO. **The International Code of Conduct for the Sustainable Use and Management of Fertilizers.** Rome. 56 pp. Licence: CC BY-NC-SA 3. 2019. Disponível em : <https://www.sieusoil.eu/wp-content/uploads/2019/10/12.-FAO-The-international-Code-of-Conduct-2019.pdf> Acesso em janeiro de 2022.

FAO, and ITPS. **Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report.** Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, Rome, Italy. 2015. Disponível em: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/c6814873-efc3-41db-b7d3-2081a10ede50/>. Acesso em janeiro 2023.

FAO. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome. 2015.

FARIAS FILHO, Marcelino Silva, FERRAZ JÚNIOR, Altamiro Souza de Lima. A cultura do arroz em sistema de vazante na baixada maranhense, periferia do sudeste da Amazônia. *Revista, Pesquisa Agropecuária Tropical* v. 39, n. 2, p. 82-91, abr./jun. 2009. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/4597>

FURLANI, Carlos Eduardo Angeli ; ZERBATO, Cristiano. **Operação e manutenção de arados e grades** / Carlos Eduardo Angeli Furlani [e] Cristiano Zerbato.–Curitiba: SENARAR-PR., 2020. Disponível em: <https://www.sistemafeap.org.br/arquivo/catalogs/PR0345/pdf/complete.pdf>

FILHO, J, C, DE A. RIBEIRO, M, BURGOS, N. MARQUES, F, A. **Solos da Caatinga.** In Pedologia. Solos dos Biomas Brasileiros / Editores Nilton Curi.... (Et al.) 1ª EDIÇÃO – Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2017. 597 p; il.

FREITAS FILHO, J de. VIEIRA, E, A. Cultura da mandioca: aspectos socioeconômicos, melhoramento genético, sistemas de cultivo, manejo de pragas e doenças e agroindústria / Moisés de Souza Modesto Júnior, Raimundo Nonato Brabo Alves, editores técnicos. - Brasília, DF : Embrapa, 2016.

Flávio C.Silva. Nuno C.CruzLuís A.C.Tarelho Sónia M.Rodrigues. Use of biomass ash-based materials as soil fertilisers: Critical review of the existing regulatory framework. *Journal of Cleaner Production.* Volume 214, 20 March 2019, Pages 112-124. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652618339970>

FLORÊNCIO, L. M. et al. *Biofertilizantes: Uma alternativa sustentável para a agricultura familiar*. 2022.

GONCALVES, A, K. **Sensoriamento para estimativa dos parâmetros físicos e químicos para fertilidade do solo na da Fazenda Experimental Lageado, Botucatu/ SP**. Aline Kuramoto Goncalves. – Botucatu, 2019. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrônômicas (Botucatu).

GUILHERME, L, R G. LOPES, A, S. SIQUEIRA, J, O. Manejo sustentável do recurso solos: solo na agricultura. **Biomass e agricultura: oportunidades e desafios / organizadores: Evaldo Ferreira Vilela, Geraldo Magela Callegaro, Geraldo Wilson Fernandes**. – Rio de Janeiro: Vertente edições, 2019. 205 a 214.

GODOY, R. *Indigenous Peoples, Poverty and Development*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

HAVLIN , JOHN L. TISDALE SAMUEL L.. NELSON, WERNER L. Soil Fertility and Fertilizers na Introduction to nutrient management. Published by Pearson India Education Services. **Pearson India Education Services**. ISBN eISBN 978-93-325 8603-1. EIGHTH EDITION, 2017.

IDOWU ,O. GHIMIRE,R. FLYNN ,RP e A. GANGULI. **Soil health-Importance, Assessment, and Management**. College of Agricultural, Consumer and Environmental Sciences, New Mexico State University, Las Cruces, NM, EUA, 2020.

ISELL, RF. National Committee on Soil and Terrain (2021). **The Australian Soil Classification**. 3 rd edn. CSIRO Publishing, Melbourne. Disponível em: <https://www.publish.csiro.au/ebook/download/pdf/8016> acesso em outubro de 2023.

INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS- IMESC. Relatório Técnico de Classificação da Vegetação do Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Maranhão (ZEE-MA) – Etapa Bioma Amazônico. Ariadne Enes Rocha; Paulo Henrique de Aragão Catunda; Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias (coordenadores). São Luís: IMESC, 2020. <http://homologacao.zee.ma.gov.br/wp-content/uploads/2021/11/Vegetacao.pdf>

INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS CARTOGRÁFICOS - IMESC. Relatório Técnico de Pedologia do Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Maranhão (ZEE) - Etapa Bioma Amazônico. Elienê Pontes de Araújo; Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias; Paulo Henrique de Aragão Catunda (coordenadores). São Luís: IMESC, 2019. Disponível em: <http://homologacao.zee.ma.gov.br/wpcontent/uploads/2021/11/pedologiadiagnostico.pdf> Acesso em: fevereiro de 2023.

JAVED Ansa, EEMAN Ali, Khansaa Binte AFZAL, Asma OSMAN, Dr. Samreen Riaz. **Soil Fertility: Factors Affecting Soil Fertility, and Biodiversity**

Responsible for Soil Fertility. International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences 12 (2022): 021-033. Disponível em: <https://www.fortunejournals.com/articles/soil-fertility-factors-affecting-soil-fertility-and-biodiversity-responsible-for-soil-fertility.html> dezembro de 2022.

KER, J, C. MOTTA, P, E, F. OLIVEIRA, V, A. de **Levantamentos Pedológicos e a Evolução do Conhecimento dos Solos no Brasil.** In Pedologia – Solos dos Biomas Brasileiros / Editores Nilton Curi... (Et al.) 1ª EDIÇÃO – Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2017. 597 p; il.

KOME, G.K., ENANG, R.K., YERIMA, B.P.K., 2018. Knowledge and management of soil fertility by farmers in western Cameroon. Geoderma Reg. 13, 43–51. <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2018.02.001>.

LIU, Yi-Fan. LIU Yu. SHI, Hua shi. VICENTE, López Manuel. WU, Lin Gao. Effectiveness of re-vegetated forest and grassland on soil erosion control in the semi-arid Loess Plateau. **Sciencedirect journal e books catena volume 195**, december 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S034181622030334>

LIMA, S. R. *Vegetação e ecossistemas.* São Paulo: Editora, 2018.

LIMA FILHO, J. P. et al. *Adubação verde e o uso de plantas de cobertura na agroecologia.* 2023.

MATTOS, Pedro Luiz Pires de Eloisa. Maria Ramos Cardoso. Cultivo da Mandioca para o Estado do Pará Embrapa Mandioca e Fruticultura Sistemas de Produção, 13 ISSN 1678-8796 Versão eletrônica Jan/2003. DISPONÍVEL EM: https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_para_solos.htm#:~:text=A%20faixa%20favor%C3%A1vel%20de%20pH,solo%20do%20que%20outras%20culturas.

MWAURA G, G. . KIBOI M, N. . BETT E, K. . MUGWE J, N. Muriuki, A. Nicolay, G. Ngetich F, K. ³. Adoption Intensity of Selected Organic-Based Soil Fertility Management Technologies in the Central Highlands of Kenya. ORIGINAL RESEARCH article Front. Sustain. Food Syst., 13 January 2021. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2020.570190/full#h2> Inês.

MWITI Frankline M. GITAU Ayub N. Mbugue, Duncan O. Edaphic Response and Behavior of Agricultural Soils to Mechanical Perturbation in Tillage. *AgriEngineering* 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2624-7402/4/2/23>

Manual técnico de pedologia / IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. - 3. ed. - Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv95017.pdf>

MILLER , F. Tyller. SPOOLMAN Scoot E. **Ciência ambiental** / G. Tyler Miller, Scoot E. Spoolman; tradução Noveritis do Brasil : Revisão técnica Sabrina Anselmo Joanitti. – São Paulo : Cengage Learning, 2015.

OLIVEIRA, I, J. FONTES J, R. BARRETO, A, J, F. PINHEIRO, J, O, C.
 Recomendações técnicas para o cultivo de milho nas amazonas. Circular técnica 68.
 EMBRAPA. ISSN 1517-2449. Disponível
 em>:https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/183368/1/12018-Final.pdf.

ONGUSOLA, Oluwatosin Ayobami. ADENIYI, Odunayo David. ADEDOKUN, Victoria Abimbola. Soil Management and conservation: na approach to mitigate na ameliorate soil contamination. Home books soil contamination- Threats na sustainable solutions. Disponível em: https://www.intechopen.com/chapters/74269. Acesso em outubro de 2022.

OLIVEIRA , V, A DE, JACOMINE, P, K, T. COUTO, E, G. **Solos do Bioma Cerrado**. In Pedologia – Solos dos Biomas Brasileiros / Editores Nilton Curi.... (Et al.) 1ª EDIÇÃOViçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2017. 597 p; il.

PORTELA, L, B. **Benefícios Ambientais do sistema de Cultivo em Aleias na Eficiência do Uso de Nutrientes, com Vistas a Produção de Silagem na Pré – Amazônia Maranhense** / Larissa Brandão Portela. Tese (Doutorado) Programa de Pós – Graduação em Rede – Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal / ccbs, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2018.

PEREIRA, Manuela Franco de Carvalho da Silva. Caracterização de sistemas agrícolas itinerantes em comunidades tradicionais do município de Cananéia – SP: implicações no tempo sobre diversidade florística, estoques de carbono e fertilidade do solo / Manuela Franco de Carvalho da Silva Pereira. - - versão revisada de acordo com a resolução COPGr 6018 de 2011 - - Piracicaba, 2022. https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/91/91131/tde-11022022-154011/fr.php

POSEY, Darrell A. *A floresta das riquezas: diversidade biológica e cultural na Amazônia.* **Petrópolis: Vozes, 1992.**

RAIJ, Bernardo Van. **Avaliação da Fertilidade do Solo.** 2. ed. Piracicaba - SP: Instituto da Potassa & Fosfato, 1981.

RONQUIM, Carlos Cesar. **Fertility concepts and adequate management for soils in tropical regions** / Carlos Cesar Ronquim, translated by Bibiana Teixeira de Almeida. - Campinas: Embrapa Territorial, 2021. 34 p.: il. ; (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Territorial, ISSN 1806-3322; 01). Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1132514/1/5913.pdf acesso em fevereiro de 2023.

RICHTER, R, L; AMADO , T, J, CARNEIRO; A, de O; FERREIRA, P, J, A, HANSEL, F, D. **VARIABILIDADE ESPACIAL DE ATRIBUTOS DA FERTILIDADE DE UM LATOSSOLO SOB PLANTIO DIRETO INFLUENCIADOS PELO RELEVO E PROFUNDIDADE DE AMOSTRAGEM.** ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.13; 2011 Pág. Disponível em: https://www.conhecer.org.br/enciclop/2011b/ciencias%20agrarias/variabilidade%2

Oespacial%20de%20atributos.pdf acesso em: janeiro de 2023.

RESENDE, M. CURI, N. POGGERE, G, C. POZZA, A, A, A. TEIXEIRA, A, F, S.
Pedologia, fertilidade, água e planta. Inter - relações e aplicações / Mauro Resende [Et al.]. – 2. Ed. – Lavras: UFLA, 2021.

REIS, P. R. et al. *Estudos sobre espécies nativas*. Brasília: Editora, 2017.

SILVA, Adão Bento da. SILVA, Franciele Cristina da. Silva, Sarah Maysa Perim. NUNES, José Junior. GOMES, José Victor Alves. FREITAS, Marco Antônio Moreira de. **Influência de sistemas de cultivo na eficácia de herbicidas na produção do milho**. Magistra, Cruz das Almas – BA, V. 31, p. 601 - 610 , 2020.

SANTOS, Djanira Rubim dos. MARQUES, Georgiana Eurides de Carvalho Jhuliana. MATOS, Monteiro de Andrey. MOURA, Luan Marques Melo Emanuel Gomes de. **Análise de atributos químicos do solo em um sistema de cultivo em aléias para a cultura do milho no trópico úmido**. In: Atena Editora. A864e Elementos da natureza e propriedades do solo – Vol. 2 [recurso eletrônico] / Atena Editora. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018.

SOUSA, D, M, G de. LOBATO, E. Latossolos. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/bioma-cerrado/solo/tipos-de-solo/latossolos>. Acesso em dezembro de 2023.

SOIL CLASSIFICATION WORKING GROUP. **The Canadian System of Soil Classification**. Agric. and Agri-Food Can. Publ. 1646 (Revised) 1998. 187 pp. NRC Research Press. Ottawa.

SCHAETZL, R. Sharon, A. Soils : genesis and geomorphology / Randall J. Schaetzl, Michael L. Thompson. – Second edition. Cambridge University Press is part of the University of Cambridge, 2015.

ANGHINONI, B. POSSELT, A. MARTINS & CAMPO, F de. **Inter-relação entre manejo e atributos químicos do solo**. In Bertol, I.; de Maria, I.C.; Souza, L.S.. (Org.). Manejo e Conservação do Solo e da Água. 1ed.Viçosa, MG. : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2019.v. 19, p. 499-525.

SANTIAGO, A, D. ROSSETTO R. **Preparo Convencional**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana/producao/correcao-e-adubacao/preparo-do-solo/preparo-convencional>. Acesso em outubro de 2022.

SALOMÃO, Pedro Emílio Amador SALOMÃO, WERNER Kriebel, SANTOS ,Arthur Amaral dos, MARTINS, Ana Clara Esteves. **A importância do sistema de plantio direto na palha para reestruturação do solo e restauração da matéria orgânica**. Research, Society and Development, v. 9, n.1, e154911870, 2020 (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i1.1870>.

STEWART, Z. P. PIERZYNSKI, G. M. MIDDENDORF, PV, V. P. Approaches to improve soil fertility in sub-Saharan Africa. *Journal of Experimental Botany*, Volume 71, Edição 2, 7 de janeiro de 2020, Páginas 632–641, <https://doi.org/10.1093/jxb/erz446>. Disponível em: <https://academic.oup.com/jxb/article/71/2/632/5581798>

SHAH, Kabita Kumari. BINDU, Modi. PANDEY, Hari Prasad. SUBEDI, Arjun. ARYAL, Geeta. PANDEY, Meena. e SHRESTHA, Jiban. Diversified Crop Rotation: An Approach for Sustainable **Agriculture Production**. Artigo de Revisão Acesso livre Volume 2021 | ID do artigo 8924087. **Advances in agriculture**. DISPONIVEL EM: <https://www.hindawi.com/journals/aag/2021/8924087/>

SANTOS, Ricardo A. SILVA, Sandra M. da C. e.; CARNEIRO, Vandervilson A.; OLIVEIRA, André L. R. de; MILHOMEM, Alzirene de V. Sistema de plantio direto: conservação e manutenção da capacidade produtiva. **Revista Sapiência: Sociedade, Saberes e Práticas Educacionais (UEG)** V.7, N.2, p.230-255, Jan./Jul., 2018. ISSN 2238-3565. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br>

SOUSA, D, M, G de. LOBATO, E. Latossolos. Disponível em: cerrado/solo/tipos-de-solo/latossolos. Acesso em dezembro de 2023. Almeida, E, de P, C. Zaroni, Maria José, Humberto Gonçalves dos Santos. Chernossolos Argilúvicos. Disponível em <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-dosibcs/chernossolos/chernossolos-argiluvicos>. Acesso em janeiro de 2023

STAMBERG, A. (2021). Modelo Teórico Metodológico para Análise Sistêmica da Unidade de Produção Agrícola. **Revista GESTO: Revista De Gestão Estratégica De Organizações**, 10(1), 7595. <https://doi.org/10.31512/gesto.v10i1.317> <https://san.uri.br/revistas/index.php/gesto/artic e/view/317&cd=2&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>

Silva, A, A, F. Neto, A, R. As principais culturas anuais e bianuais na agricultura familiar. In: Roseli Freire de Melo, Tadeu Vinhas Voltolini, editores técnicos. Agricultura familiar dependente de chuva no. – Brasília, DF: Embrapa, 2019. Acesso em setembro de 2023 > <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/204569/1/Agricultura-familiar-dependente-de-chuva-no-semiarido-2019.pdf>

Silva, A, A, F. Neto, A, R. As principais culturas anuais e bianuais na agricultura familiar. In: Roseli Freire de Melo, Tadeu Vinhas Voltolini, editores técnicos. Agricultura familiar dependente de chuva no. – Brasília, DF: Embrapa, 2019. Acesso em setembro de 2023 > <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/204569/1/Agricultura-familiar-dependente-de-chuva-no-semiarido-2019.pdf> _____ SANTOS, Humberto Gonçalves dos ... [et al.]. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos /– 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E PESCA DO MARANHÃO. SAGRIMA. Zoneamento Agropecuário do Estado do Maranhão. Relatório Final. 2019. DISPONIVEL EM: https://sigite.sagrma.ma.gov.br/wp-content/uploads/2020/02/000_RELAT%C3%93RIO_ZAMA_DEZEMBRO-2019.pdf acesso em fevereiro de 2023.

THIOLLENT, M. Metodologia da pesquisa ação. São Paulo: Cortez, 1992.

TRIANAFYLLIDIS Vassilios. ZOTOS, Anastasios . KOSMA, Chariklia.KOKKOTOS, Efthimios. Effect of land-use types on edaphic properties and plant species diversity in Mediterranean agroecosystem. **Saudi Journal of Biological Sciences**. Volume 27, Issue 12, December 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319562X20303600>. Acesso em Novembro de 2022.

Thomas, P. C et al. EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DA MANDIOCA (Manihot esculenta Crantz)

TOLEDO, V. M.; BARRERA-BASSOLS, N. *La memoria biocultural: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Barcelona: Icaria, 2009.

UCKER, F.E.; DE-CAMPOS, A.B.; PÉREZ, D.V.; HERNANI, L.C.; MACEDO, J.R. de; MELO, A. da S. **Comportamento de nutrientes em solos frágeis sob cultivo de cana-de-açúcar na região de Mineiros, GO**. In: CASTRO, S.S. de; HERNANI, L.C. (Ed.). **Solos frágeis: caracterização, manejo e sustentabilidade**. Brasília: Embrapa, 2015.

USDA .Soil Survey Staff. Keys to Soil Taxonomy, 13th edition. USDA Natural ResourcesConservation Service. 2022. Disponível em <https://www.nrcs.usda.gov/sites/default/files/2022-09/Keys-to-Soil-Taxonomy.pdf> Acesso em outubro de 2023

VIDAL-TORRADO, Pablo; FERREIRA, Tiago Osório. Solos de restingas e áreas úmidas costeiras. In: CURI, N.; KER, J. C.; NOVAIS, R. F.; VIDAL-TORRADO, P.; SCHAEFER, C. E. G. R. (Eds.). *Pedologia: solos dos biomas brasileiros*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2017. p. 494-537.

WHITE, A.F., A.E. BLUM, M.S. SCHULZ, T.D. BULLEN, J.W. HARDEN, AND M.L. PETERSON. 1996. "Chemical weathering rates of a soil chronosequence on granitic alluvium: I. Quantification of mineralogical and surface area changes and calculation of primary silicate reaction rates," *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 60(14): 2533-2550

WAGNER , S, A. GIASSON, E. MIGUEL, L de A. MACHADO, J, A, D. **Gestão e planejamento de unidades de produção agrícola** / organizado por Saionara Araújo Wagner ... [et al.] ; coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS,2010.<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/213973/000783600.pdf?sequence=1>

ZARONI, M. J.; SANTOS, H. G. **Argissolos**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica, 2021.

APÊNDICE



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

Fundação Instituída nos termos da Lei nº 5.152, de 21/10/1966 - São Luís - Maranhão.

CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS - DEPARTAMENTO DE DIREITO



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Concordo em participar do estudo que tem como pesquisador responsável o(a) aluno(a) de Mestrado Raymara Fernanda Dutra Martins, do Departamento de Geografia, sob a orientação do (a) professor (a) Marcelino Silva Farias Filho da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, que pode ser contatado pelo e-mail fernanda.raymara@gmail.com e pelos telefones (98) 992123358

Tenho ciência de que o estudo tem em vista realizar entrevistas com agricultores visando, por parte do (a) referido (a) aluno(a) a realização da sua Dissertação de conclusã] de curso, cujo título é **Estratégias Produtivas e de Geração de Renda em Solos de Baixa Fertilidade Natural no Povoado de Mato Grosso, Município de Morros - MA**.

Minha participação consistirá em conceder uma entrevista que será gravada e transcrita. Entendo que esse estudo possui finalidade de pesquisa acadêmica, que os dados obtidos serão divulgados para fins de pesquisa científica e publicados no seu trabalho.

O aluno providenciará uma cópia da transcrição da entrevista para meu conhecimento. Além disso, sei que posso abandonar minha participação na pesquisa quando quiser e que não receberei nenhum pagamento por esta participação.

São Luís, 24, de novembro, de 2022

Conceição de Maria Costa de Sousa

Nome do entrevistado e assinatura

Controlador
de custos
e vendas
dos autos

Cidade Universitária Dom Delgado - Centro de Ciências Sociais - DEDIR
Avenida dos Portugueses, 1.966 - São Luís - MA - CEP: 65080-805
Fone: (98) 3272- 8433