

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA - ICET
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA PARA
RECURSOS AMAZÔNICOS – PPGCTRA

JACKLINE SOCORRO SILVA DE NAZARE

POTENCIAL AMBIENTAL E ECONÔMICO DE SISTEMA AGROFLORESTAL – SAF
NA COMUNIDADE NOVO PARAISO DO RIO CARÚ - ITACOATIARA/AM.

Itacoatiara, Amazonas
2023

JACKLINE SOCORRO SILVA DE NAZARE

POTENCIAL AMBIENTAL E ECONÔMICO DE SISTEMA AGROFLORESTAL – SAF
NA COMUNIDADE NOVO PARAISO DO RIO CARÚ - ITACOATIARA/AM.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia para Recursos Amazônicos - PPGCTRA, da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências e Tecnologia para Recursos Amazônicos.

Linha de pesquisa: Recursos amazônicos e desenvolvimento socioambiental.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª Francimara Souza da Costa

Co-orientador: Prof^º. Dr^º Luís Antônio Coutrim dos Santos

Itacoatiara - Amazonas
2023

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

N335p Nazaré, Jackline Socorro Silva de
Potencial ambiental e econômico de sistema agroflorestal – SAF
na comunidade Novo Paraiso do Rio Carú - Itacoatiara/AM. /
Jackline Socorro Silva de Nazaré . 2023
65 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Francimara Souza da Costa
Coorientador: Luís Antônio Coutrim dos Santos
Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia para Recursos
Amazônicos) - Universidade Federal do Amazonas.

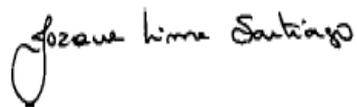
1. Sistema agroflorestal. 2. recuperação de áreas degradadas. 3.
solos. 4. viabilidade econômica. I. Costa, Francimara Souza da. II.
Universidade Federal do Amazonas III. Título

BANCA EXAMINADORA

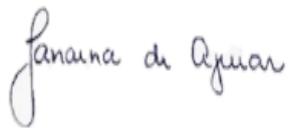
Aprovada em 18 de dezembro de 2023



Profa. Dra. Francimara Souza da Costa
Presidente/Orientadora



Profa. Dra. Jozane Lima Santiago
Membro da Banca



Profa. Dra. Janaina de Aguiar
Membro da Banca

AGRADECIMENTOS

Início este agradecimento me voltando a Deus, o grande responsável não apenas por estar realizando esse sonho (cursar o mestrado), mas, por ter me dado força e coragem em meio à várias dificuldades, e por não ter desistido.

À minha orientadora, Prof^a Dr^a. Francimara Costa, que durante este percurso, não mediu esforços, paciência, resiliência, sabedoria, disponibilidade, empenho e ajuda na orientação de todo projeto. Até chegar a essa dissertação, foram muitos altos e baixos de minha parte, os quais ela soube traduzi-los a mim em reflexão, crescimento pessoal e profissional. Como tudo o que acontece na minha vida supera as minhas expectativas, ser contemplada com a oportunidade de ser sua orientanda não poderia ter sido melhor. Só tenho que agradecer pelas direções oferecidas, pelos ensinamentos, pelas oportunidades de desenvolvimento e, principalmente, pelo exemplo de pessoa e profissional que és. E, sem você, certamente eu não estaria aqui agora, pois és para mim um exemplo de que se pode fazer sempre melhor, bastando apenas calma e cuidado sobre o trabalho a ser realizado.

Ao Prof^o Dr^o Luís Antônio Coutrim, a quem tive a sorte de conhecer pessoalmente, profissionalmente e tive a oportunidade de tê-lo como meu co-orientador, o qual me apresentou o solo e as complexidades de suas análises. Grata por fazer parte da sua equipe no laboratório, e pelas direções oferecidas no momento em que o medo de trilhá-las sozinha paralisava as minhas ações. Meu muito obrigado.

Ao Prof^o Dr^o. Romário Gomes, que foi um guia na imensidão das análises no laboratório de solos, uma luz de saída, na qual eu pude me direcionar todas as vezes que a caverna (laboratório) parecia muito escura. Obrigada

A CAPES/FAPEAM pelo investimento, incentivo e apoio disponibilizado durante todo o processo de construção e conclusão desta pesquisa.

Aos amigos de curso Fernanda Paes, Mayana Emília e Rafael Regis, pelos momentos compartilhados, não só de experiências profissionais, mas experiências de vida. Nos melhores ou nos piores momentos, vocês me fizeram sentir sempre parte da turma, apesar de deslocada. Grata pela oportunidade de transpor a amizade para além do ambiente acadêmico. À Ana Rita e Aldenize Viana, velhas amigas, grandes parceiras e incentivadoras deste processo, obrigada pelo apoio e exemplo.

Aos companheiros de Laboratório de solos, em especial ao Anderson, a Noemi, Alexandre, Sirlan, Fernanda, Cleumar e Leandro que não mediram esforços em me ajudar nas análises, fosse durante a semana ou fim de semana.

E, finalmente, minha família. À minha filha Agatha Eloá, que mesmo muito nova soube entender e compreender as minhas dificuldades, ausências e sempre me ajudou com sua obediência e sorrisos. Ao meu filho Arthur Thomas, que nasceu no meio desse turbilhão chamado mestrado, e ao meu marido Francinaldo Santos, cujo apoio e esforços foram essenciais durante a construção deste trabalho. A minha mãe, que sempre me incentivou nos estudos, herança que ela deixa para minha vida, obrigada mãe Socorro Nazaré por tão valioso tesouro. Ao meu irmão Jackson Luiz, pelas conversas sobre meio ambiente e sobre fé em Deus. Ao meu Irmão Jeffeson Luiz, minha cunhada Jane Ramos e minha sobrinha Clara, pelo aporte com meus filhos, onde me ajudaram para que eles sentissem menos a minha falta em diversos momentos de dedicação ao meu estudo.

Meus sinceros agradecimentos!
Muito Obrigada!

“A natureza é nosso bem comum. Temos de voltar a ela e desenvolver processos acessíveis a todos. É dessa forma que fazemos mudanças: pelo conhecimento.”

Filosofo e líder indígena Ailton Krenak

RESUMO

O sistema agroflorestal - SAF visa à exploração agrícola, na qual são empregadas culturas agrícolas e/ou pastagens que incluem espécies arbóreas. Estas desempenham um papel crucial e essencial para a composição desses sistemas de exploração rural, mostrando-se um viés à agricultura sustentável, pois se funda em uma agricultura familiar de área reduzida, dependendo do modelo adotado pelo agricultor, podendo-se obter maior rendimento econômico e maior sustentabilidade. O presente trabalho teve por objetivo analisar o potencial de uso e a qualidade do solo do sistema agroflorestal - SAF como alternativa ambiental e econômica em uma propriedade rural da comunidade Social Novo Paraíso do Rio Caru - Itacoatiara/AM., Para a coleta de dados, foi instalado um sistema agroflorestal com dimensões total de 200 metros de comprimento, por 40 metros de largura, equivalente a 0,8ha da propriedade, sendo este dividido em 0,4ha para área de plantio do experimento e 0,40 para área testemunha. As espécies plantadas foram: banana pacovã (*Musa paradisiaca*), açaí (*Euterpe oleracea*), pimenta de cheiro (*Capsicum chinense*), pimenta murupi (*Capsicum chinense* Jacq.) e maxixe (*Cucumis anguria*). Para análise do incremento na qualidade do solo, houve coleta de amostras para análises físicas e químicas: granulométrica, densidade, porosidade, estabilidade de agregados, resistência do solo a peneiração, pH, acidez e quantitativo de carbono orgânico. A análise estatística foi descritiva univariada, adotando o teste de Kolmogorov-Smirnov (KS) e a estatística multivariada foi processada no software Statistica 7.0. Para avaliação da viabilidade econômica, foi utilizado o software Microsoft Excel - AMAZONSAF, versão 10.05, com cálculos dos indicadores econômicos foram para o horizonte temporal de 1 ano. As espécies plantadas frutificaram e renderam resultados para a viabilidade econômica, desprendendo um custo total de R\$ 3.345,86 para implementação do sistema, sendo que R\$2.945,86 implantação e R\$ 400,00 na manutenção do projeto, a receita com as vendas fora de R\$ 9.494,00. Após o primeiro ano implantação do sistema agroflorestal não foi possível evidenciar mudanças significativas em relação aos atributos físicos e químicos do solo, analisado neste estudo, mas tempo foi capaz revelar que uma área degradada pode se tornar uma área produtiva. As maiores alterações nos atributos físicos do solo ocorrem na camada mais superficial das duas áreas estudadas (0,00-0,15cm), na área de SAF observou-se uma melhora na agregação do solo, afetando a sua densidade e estrutura de poros.

Palavras Chaves: Sistema agroflorestal, recuperação de áreas degradadas, solos, viabilidade econômica.

ABSTRACT

The agroforestry system - SAF aims at agricultural exploration, in which agricultural crops and/or pastures are used that include tree species. These play a crucial and essential role in the composition of these rural exploitation systems, showing a bias towards sustainable agriculture, as it is based on family farming with a reduced area, depending on the model adopted by the farmer, enabling greater economic yield to be obtained. and greater sustainability. The present work aimed to analyze the potential use and quality of the soil of the agroforestry system - SAF as an environmental and economic alternative on a rural property in the Social Novo Paraíso do Rio Caru community - Itacoatiara/AM., For data collection, An agroforestry system was installed with total dimensions of 200 meters long, by 40 meters wide, equivalent to 0.8ha of the property, which was divided into 0.4ha for the experimental planting area and 0.40 for the control area. The species planted were: pacovã banana (*Musa paradisiaca*), açai (*Euterpe oleracea*), sweet pepper (*Capsicum chinense*), murupi pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) and gherkin (*Cucumis anguria*). To analyze the increase in soil quality, samples were collected for physical and chemical analyses: grain size, density, porosity, aggregate stability, soil resistance to sieving, pH, acidity and organic carbon quantity. Statistical analysis was univariate descriptive, adopting the Kolmogorov-Smirnov (KS) test and multivariate statistics were processed in the Statistica 7.0 software. To assess economic viability, Microsoft Excel - AMAZONSAF software, version 10.05, was used, with calculations of economic indicators for a time horizon of 1 year. The planted species bore fruit and yielded results for economic viability, resulting in a total cost of R\$ 3.345,86 for the implementation of the system, with R\$ 2.945,86 for implementation and R\$ 400,00.00 for project maintenance, the revenue from sales out of R\$9.494,00. After the first year of implementation of the agroforestry system, it was not possible to evidence significant changes in relation to the physical and chemical attributes of the soil, analyzed in this study, but time was able to reveal that a degraded area can become a productive area. The greatest changes in the physical attributes of the soil occur in the most superficial layer of the two areas studied (0.00-0.15cm), in the SAF area an improvement in soil aggregation was observed, affecting its density and pore structure.

Key Words: Agroforestry system, recovery of degraded areas, soils, economic viability.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização da Propriedade.....	22
Figura 2 - Casa em processo de construção.....	23
Figura 3 – Canoas para transporte	23
Figura 4 - Poço artesiano.....	24
Figura 5 - Abrigo para as Aves (Galinheiro).....	24
Figura 6 - Áreas do estudo	24
Figura 7 : Calendário agrícola do sistema agroflorestal implantado.....	26
Figura 8 - Área de plantio do SAF na propriedade	27
Figura 9 : Croqui do arranjo do SAF implantado.....	27
Figura 10 - Cova medindo 40x40 para coleta de solo. Figura 11 – Marcação da profundidade. 28	
Figura 12 - Amostras com estrutura preservadas.....	29
Figura 13 - Amostra com estruturas deformadas.....	29
Figura 14 - Separação de torrões para análise de estabilidade de agregado.....	29
Figura 15 - Procedimento para obtenção da terra fina seca ao ar	30
Figura 16 e Figura 17 – Indivíduos danificados pelas intemperes.....	36
Figuras 18, 19 e 20 – Processo de colheita da banana	37
Figura 21 e 22 – Pesagens de produção de banana em cacho e unidade.....	37
Figura 23 e 24 – Indivíduos infectados por pragas e doenças	38
Figura 25 e 26 – Pesagem e medição dos exemplares de pimenta de cheiro.....	39
Figura 27 e 28 - Pesagem e medição dos exemplares de pimenta de cheiro.	39
Figura 29 e 30 – Produção de maxixe.....	40
Figura 31 - Receitas totais por cultura.	44

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Espécies, nº de plantas e espaçamento do SAF implantado.....	27
Tabela 2 - Produção em Kg das espécies no SAF implantado.....	40
Tabela 3 - Custos das atividades de implantação do SAF.....	42
Tabela 4 – Receitas provenientes do SAF.....	43
Tabela 5 - Indicadores de rentabilidade do SAF.....	45
Tabela 6 - Análise descritiva dos atributos físicos do solo na área testemunha e área de SAF's.....	46
Tabela 7 - Análise Estatística descritiva dos atributos químicos do solo na área testemunha e área de SAFs.....	51

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SIMBOLOS.

Al – alumínio;

AT – Área Testemunha;

Ca – Cálcio;

CAR - cadastro ambiental rural;

CATIE - Centro Agropecuário Tropical de Pesquisa e Ensino Superior;

CO - Carbono orgânico;

CV - Coeficiente de variação;

DP - Desvio Padrão;

DMG - Diâmetro Médio Geométrico;

DMP - Diâmetro Médio Ponderado;

Ds – Densidade do Solo;

IEA - Índice de Estabilidade de Agregados;

ICRAF - Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal;

K – Potássio;

KS - Kolmogorov-Smirnov;

MaP – Macroporosidade;

MiP – Microporosidade;

Na – Sódio;

PRA - Programa de regularização ambiental;

REBRAF - Rede Brasileira Agroflorestal;

RB/C - Relação Benefício Custo;

SAF – Sistema Agroflorestal;

SICAR - Sistema de cadastro ambiental rural;

SB - Soma de bases;

TRI - Tempo de Retorno do Investimento (payback);

VAE - Valor Anualizado Equivalente;

VET - Valor Esperado da Terra;

VPL - Valor Presente Líquido;

P - Fósforo;

Mg – Magnésio;

Pt - Porosidade total;

Us - Umidade do solo;

SUMARIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
	2.1. Os Sistemas agroflorestais na Amazônia.....	15
	2.2. Viabilidade econômica em sistemas agroflorestais.	20
3	OBJETIVOS	22
	3.1. Objetivo Geral.....	22
	3.2. Objetivos Específicos	22
5.	METODOLOGIA DA PESQUISA	22
	5.1. Caracterização da área de estudo.....	22
	5.2. Instalação do Sistema Agroflorestal	24
	5.3. Coleta de solo.....	28
	5.4. Análises físicas do solo.....	30
	5.5. Análises químicas do solo.....	32
	5.6. Análises estatísticas	32
	5.7. Viabilidade econômica	33
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
	6.1. Produção do Plantio de bananeira	36
	6.2. Produção da pimenta murupi, pimenta de cheiro e maxixe	38
	6.3. Viabilidade econômica	41
	6.4. Incremento na qualidade física e química do solo a partir da implementação do SAF	47
	6.4.1. Atributos físicos do solo	47
	6.4.2. Atributos químicos do solo	50
	7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

1 INTRODUÇÃO

Apesar de suas importantes funções, a floresta Amazônica tem sofrido ao longo de décadas com os impactos causados pela exploração desordenada dos recursos naturais, onde o interesse econômico do ser humano é causa direta da remoção da vegetação. Esse impacto é decorrente, principalmente, do mau uso da terra, empregando atividades como corte de árvore para formação de pasto, fabricação de móveis e exportação, uso de máquinas, queimadas, plantio de monoculturas, que ao longo do tempo vão modificando os ambientes por meio de ações antrópicas (Corlett e Primack, 2008).

Barlow *et al.* (2016) e Pearson *et al.*, (2017), corroboram com este pensamento acima e afirmam que a conversão do uso da terra para outros fins (ex. pastagens e terras agrícolas) e a exploração madeireira são as ações que mais causam degradação das florestas tropicais. Aliado a isso, a falta de planejamento na exploração dos recursos naturais é a maior causa de degradação nestes ambientes (Barreto *et al.*, 1998).

Na região Amazônica, o uso do fogo empregado na agricultura familiar é uma prática que tem contribuído de maneira significativa para a degradação do meio ambiente, em diferentes meios físicos, acarretando perda de nutrientes no solo, perda de biomassa e redução do potencial produtivo. Ocorre também a poluição do ar, através da emissão de gases de efeito estufa, da água, com a perda na infiltração e umidade do solo, seguido da atividade de pecuária, pioneira no processo de ocupação de floresta nativa da Amazônia Legal nas últimas décadas.

Uma das alternativas para o uso do fogo na implantação de novas áreas de produção é o estabelecimento de um sistema agroflorestal – SAF, prática centenária na Amazônia. No estado do Amazonas, os SAF são utilizados ao longo de décadas pela agricultura familiar, implantados por comunidades indígenas, caboclas, ribeirinhas e quilombolas. Nessas áreas, são associadas culturas antigas e modernizadas, orientadas em alguns aspectos para atender às necessidades de evolução dos sistemas produtivos, diante do uso indiscriminado da terra, sobretudo em regiões tropicais como a Amazônia, que sofre pressão em todos seus estratos (Castro *et al.*, 2009).

Atualmente, os SAF se expandem por praticamente todas as regiões onde sejam possíveis os cultivos agrícolas e florestais (Daniel *et al.*, 1999), sendo um dos maiores desafios dos tempos presente e para o futuro, pois pode se tornar uma resposta importante na busca de mitigar vários aspectos negativos e enaltecer os pontos positivos. Dentre eles, a garantia de uma produção de alimento e, conseqüentemente, de sobrevivência, tanto dos seres humanos, dos animais, quanto da floresta em si, podendo chegar a ser um ponto de

equilíbrio entre a produção de alimentos e a conservação ambiental, ou seja, sustentabilidade na produção de alimentos *versus* a sustentabilidade ambiental, caminhando juntos para que não haja sobreposições.

Para tanto, se faz necessária a melhor gestão dos recursos envolvidos na produção agrícola juntamente com o melhor entendimento e uso racional dos recursos naturais, devido sua importância e diferentes funções nos ecossistemas (Mcneely; Scherr, 2009). O que se vê hoje nas áreas rurais são amplas áreas degradadas, florestas fragmentadas pelo uso indevido e ilegal de retirada de madeira, plantio de espécies exóticas, cenários sem qualquer cobertura vegetal e rios assoreados pela retirada indiscriminada de areia, seixo, dentre outros.

Toda esta degradação está intimamente relacionada com o desenvolvimento econômico de determinadas regiões e pela falta de planejamento para tal crescimento (Martins, 2001; Gonçalves et al., 2003).

Nesse cenário, o emprego do SAF permite não somente a geração de renda, mas também viabiliza a recuperação de ambientes degradados. Os SAF apresentam-se como alternativas para os problemas enfrentados na agricultura convencional, permitindo, principalmente aos pequenos produtores, retornos econômicos e maior conservação dos recursos naturais (Dubois, 1996). Esses sistemas conduzidos sob uma lógica agroecológica promovem a sustentabilidade, por partir de conceitos básicos fundamentais, aproveitando os conhecimentos locais e desenhando sistemas adaptados para o potencial natural do lugar (Götsch, 1995).

Os benefícios econômicos para os produtores são múltiplos. Primeiro, garante renda ao longo do tempo, porque podem comercializar primeiro as espécies agrícolas de crescimento rápido, depois espécies de médio prazo, como as frutíferas e, no longo prazo, as espécies madeireiras de alto valor agregado. As árvores plantadas no sistema também podem funcionar como uma “aposentadoria” para agricultores familiares – elas podem demorar décadas para crescer e serem comercializadas, mas quando chega a hora da colheita, proporcionam o retorno do investimento inicial. As vantagens ambientais também são grandes. As árvores têm importante papel na redução da degradação, melhora da qualidade do solo e da água da propriedade (WRI Brasil, 2021).

O SAF faz parte de uma estratégia de uso da terra que visa à conservação do meio ambiente, principalmente em áreas onde a conversão de terras para sistemas agrícolas e/ou pastagens resulta em emissões significativas de dióxido de carbono (CO₂), como ocorre na Amazônia. Além de evitar a degradação e melhorar as condições físicas e químicas do

solo, através do aumento na quantidade de matéria orgânica, constituem um uso da terra economicamente eficaz, pois a produção por unidade de área é alta.

As tecnologias agroflorestais são também instrumentos possíveis para a construção da segurança e soberania alimentar no Brasil, de melhoria do bem-estar das populações tradicionais e conservação dos recursos naturais, possibilitando a ampliação das áreas com conservação ambiental, manutenção da biodiversidade, garantindo a integridade das bacias hidrográficas e a estabilidade da floresta do solo e do clima (Nobre et al., 2007; Mattos, Bolfe et al., 2020).

O SAF apresenta ainda, um grande potencial de manter os serviços prestados pelos ecossistemas em todas suas dimensões, sendo meio de sustento ou de auxílio no aumento da renda de famílias, e de permanência do agricultor no contexto rural (Nobre, et al 2007; Mattos; Bolfe et al., 2020). Com isto, fica clara a importância de se investir em sistemas agroflorestais, principalmente na região Amazônica, sobretudo para as famílias de comunidades que sofrem com a pressão do meio e acabam causando a degradação ambiental por se valer de modo rápido/imediatistas dos recursos existentes, e por não achar atrativa a prática de implantação de SAF, seja pela demora do retorno financeiro ou pelo período de investimento. Contudo, esse comportamento vem mudando, e pode ser vivenciado na prática na área de estudo, onde o produtor ao aceitar a implantação do SAF, permitiu potencializar e diversificar produtos agrícolas na mesma unidade de área, antes usada para monocultura. Considerando os benefícios do SAF citados acima, este trabalho teve como objetivo central analisar as potencialidades do uso do SAF para geração de renda na agricultura familiar e melhorar a qualidade socioeconômica e ambiental nas áreas rurais da Amazônia. Para tanto, um SAF foi implantado em uma propriedade rural, sendo necessário todo um processo de comunicação, ganho de confiança entre pesquisador e produtor, que passou de uma relação de comprador e fornecedor para pesquisador e pesquisado, uma vez que ambos se conheceram através da venda de produtos como: abacaxi e tucumã, que o produtor fazia para terceiros em um balneário da região.

Este processo de comunicação entre as partes proporcionou o compartilhamento de conhecimento, construindo assim o fluxo de informações, fator fundamental em todas as etapas pretendidas para instalação do experimento da pesquisa. Depois, fez-se uma visita à propriedade para averiguar a situação de degradação, sendo possível desenvolver e instalar o experimento em uma área da propriedade que passou por diferentes processos de degradação, como o desmatamento para a implantação de pastagem, com o consequente abandono da área para formação de capoeira, que foi novamente modificada para dar lugar

ao plantio de espécie exótica (Bambu), com o intuito de fornecer lenha para a indústria oleira.

Este processo gerou ônus ao proprietário, que viu sua área ser infestada por uma única espécie de planta que não lhe dava nenhum tipo de retorno. Jaramillo (1992) relata que não há uma espécie florestal capaz de competir com o bambu em velocidade de crescimento, por ter características diferenciadas (crescimento e ciclo de colheita rápida, resistência, flexibilidade, durabilidade, versatilidade, facilidade de reprodução, e adaptabilidade a climas e solos diferentes, capacidade de sequestrar rapidamente o carbono atmosférico), impedir a regeneração natural de espécies nativas e o desenvolvimento de plantios de mudas utilizadas para enriquecimento da área e/ou recuperação do local.

Esse cenário levou o produtor a dividir a áreas em lotes. Um dos lotes foi adquirido pelo Senhor Santos, que fez a retirada do bambu utilizando o corte raso e a queima, deixando o solo totalmente descoberto. Viu-se a necessidade e a possibilidade de implementar no local medidas mitigadoras de baixo custo, permitindo a recuperação da área com uso de espécies regionais apropriadas, na formação de um sistema agroflorestal que pudessem diminuir a degradação, manter a capacidade produtiva de área alterada, bem como geração de renda a curto, médio e longo prazo.

Além das vantagens já mencionadas, o SAF vem sendo considerado como uma opção de reflorestamento, promissora à recuperação de áreas alteradas na Amazônia. Incluem-se nesse contexto vários tipos de sistemas agroflorestais, tanto simultâneos como sequenciais, com componentes silvipastoris e agrosilvipastoris, visando a recompor, pelo menos em parte, algumas das funções desempenhadas pela vegetação original, além dos serviços ambientais (Fearnside 1995; Garrity 2004; Porro et al., 2005). A partir de diagnósticos regionais e resultados de pesquisas, Montoya (2000), Ribaski & Montoya (2000) e Sánchez (2000) apontam que no Brasil, o SAF é de grande aplicabilidade para recuperação de áreas degradadas com atividades agrícolas e pecuária.

Nesse contexto, esse estudo foi realizado na expectativa de responder a seguinte problemática: é possível recuperar os processos ecológicos em áreas que sofreram degradação, através da implantação de um sistema agroflorestal, composto de espécies que além de recuperar, tenha uma garantia de rentabilidade ao produtor, mesmo sendo em pequena escala?

Assim, foram escolhidas cinco espécies banana pacovã (*Musa paradisiaca*), açaí (*Euterpe oleracea*), pimenta de cheiro (*Capsicum chinense*), pimenta murupi (*Capsicum chinense* Jacq.) e maxixe (*Cucumis anguria*) para serem implantadas na área de estudo,

com as funções de garantir a cobertura do solo, através da formação de serrapilheira, produção de adubo verde, retorno financeiro a curto, médio de longo prazo, com a venda da produção gerada pelos indivíduos que compõem o sistema, esperando-se melhorias da qualidade do solo e da vida do produtor.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Os Sistemas agroflorestais na Amazônia

Segundo a Embrapa (2011), os Sistemas Agroflorestais - SAF são sistemas de produção agrícola em que espécies madeireiras (árvores, arbustos, palmeiras) são produzidas na mesma área em combinação com espécies agrícolas (perenes ou anuais) e/ou animais e há mutualidade/influência entre eles. Seus componentes melhoram as propriedades físico-químicas do solo degradado e a micro atividade dos organismos, considerando a possibilidade de muitas fontes de matéria orgânica, produzindo continuamente produtos e serviços.

A Lei nº 4.406 de 28 de dezembro de 2016, que dispõe sobre o cadastro ambiental rural – CAR, o Sistema de cadastro ambiental rural – SICAR – AM e o Programa de regularização ambiental – PRA no Estado do Amazonas, destaca o Sistema agroflorestal como sendo: "a forma de cultivo e manejo em que árvores ou arbustos são utilizados em conjunto com agricultura e/ou animais na mesma área, simultaneamente ou em ordem cronológica, que deve incluir pelo menos um tipo de árvore ou floresta arbustiva, combinada com uma ou mais espécies agrícolas e ou animais, fornecendo produtos úteis ao produtor e contribuindo para a manutenção da fertilidade do solo”.

O International Center for Research in Agroforestry (ICRAF) define SAF, como um nome coletivo para sistemas e tecnologias de uso da terra, onde, plantas lenhosas e perenes são usadas deliberadamente na mesma unidade de manejo da terra, com cultivos agrícolas e/ou animais, em alguma forma de arranjo espacial e sequência temporal.” (Nair, 1993).

Desde que implantado e manejado corretamente, o SAF é um sistema de produção e uso da terra que harmoniza o plantio de culturas perenes e anuais por um longo tempo e estão disponíveis para prevenir incêndios e desmatamento na Região Amazônica. Podem contribuir para solucionar os problemas de uso dos recursos naturais, devido às funções biológicas e socioeconômicas que podem desempenhar. A presença de árvores no sistema traz benefícios diretos e indiretos, como controlar a erosão e manter a fertilidade do solo, aumentar a biodiversidade, diversificar a produção e alongar o ciclo de manejo de uma área. O principal objetivo do SAF é otimizar o uso da terra conciliando a produção florestal

com a produção de alimentos, conservando os solos e reduzindo a pressão do uso da terra para a produção agrícola. Zonas de vegetação secundária, sem expressão econômica e social, podem ser reabilitadas e utilizadas racionalmente por práticas agroflorestais (Engel, 2003).

A categorização atual do SAF é a adotada pelo Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal - ICRAF e pelo Centro Agropecuário Tropical de Pesquisa e Ensino Superior (CATIE) (OTS/Catie, 1986), bem como pela Rede Brasileira Agroflorestal (REBRAF), que se baseia no tipo de componentes classificados e na associação entre eles. Essa categorização é descritiva e o nome de cada sistema identifica seus principais componentes. Dá uma ideia do seu aspecto e das suas 13 principais funções e tarefas.

Os sistemas são classificados no primeiro nível como sequenciais simultâneos ou complementares da seguinte forma (Engel, 2003):

- a) Sistemas agroflorestais sequenciais: os cultivos agrícolas anuais e as plantações de árvores se sucedem no tempo. Nessa categoria, incluem-se os sistemas de agricultura migratória com intervenção e manejo de capoeiras;
- b) Sistema silviagrícola rotativo: capoeiras melhoradas com espécies arbóreas de rápido crescimento;
- c) Sistema Taungya: cultivos anuais consorciados apenas temporariamente com árvores, durante os primeiros anos de implantação;
- d) Sistemas agroflorestais simultâneos: integração simultânea e contínua de cultivos anuais e perenes, árvores madeiráveis ou de uso múltiplo e/ou pecuária. Incluem: associações de árvores com cultivos anuais ou perenes; hortas caseiras mistas e sistemas agrossilvipastoris
- e) Sistemas complementares: cercas vivas e cortinas quebra-vento. São fileiras de árvores para delimitar uma propriedade ou gleba ou servir de proteção para outros componentes e outros sistemas. São considerados complementares às outras duas categorias, pois podem estar associados a sistemas sequenciais ou simultâneos. Nos sistemas sequenciais, os componentes arbóreos e não arbóreos se encontram, pelo menos parcialmente, separados no tempo, alternando-se períodos de cultivos anuais com pousio. Nos sistemas simultâneos, os componentes agropecuários e florestais sempre se encontram presentes em uma mesma unidade do terreno.

Há várias legislações em diferentes âmbitos nacionais, federais, estaduais e municipais que norteiam as questões voltadas para os sistemas agroflorestais. Algumas se referem diretamente aos sistemas, outras apenas mencionam tópicos que acarretam aos que fazem uso das leis, desafios e soluções. Entre elas, podemos destacar: a Lei da Mata

Atlântica (Lei 11.428/2006) e um dos decretos que a regulamenta (Decreto 6.660/2008); a Lei de Crimes Ambientais (Lei 9.605/1998); o Novo Código Florestal Brasileiro (Lei 12.651/2012); a Lei da Política Nacional da Agricultura Familiar (Lei 11.326/2006b); a Lei da Nova organização da Presidência da República e Ministérios (Lei 10.683/2003); a Lei de Incentivos e Ações de Recuperação Florestal e Implantação de Sistemas Agroflorestais (Lei 12.854/2013); a Lei Nacional de Alimentação Escolar (Lei 11.947/2009); a Lei Nacional da Produção Orgânica (Lei nº 10.831/2003).

Mesmo com todas as legislações acima citadas e para que haja um envolvimento de todos os setores no sentido de se comprometer com o bem comum, é preciso lembrar que nenhum instrumento legal é superior ou pode ser contrário ao que propõe a Constituição Federal, que estabelece a questão no caput do Art. 225:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para os presentes e futuras gerações (Brasil, 1988).

E para que esse direito prevaleça, é necessário que o Poder Público assegure o que diz no § 1º, Inciso I: incumbe ao Poder Público preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas.

No Estado do Amazonas, toda atividade que envolva o meio ambiente, seja ela economicamente, ecologicamente e socialmente aplicável ou viável, deve-se levar em consideração a proteção, a preservação, e o respeito com o meio e a comunidade, para que a cadeia de valor tenha longevidade. Em contrapartida, o Estado e seus representantes precisam promover medidas eficientes que venham proteger o meio ambiente, tornando-o um bem de direito das pequenas e grandes populações, sejam elas tradicionais ou não. Assim, o Estado do Amazonas dispõe de Leis, Decretos, Portarias e Instruções Normativas referentes à proteção e degradação do meio ambiente. À exemplo disto foi criado o Cadastro Ambiental Rural, sendo um cadastro obrigatório para todos os imóveis rurais, não só da Amazônia como de todo País. Este é o primeiro passo para estabelecer a regularização ambiental e dar acesso aos benefícios previstos no Código Florestal (Lei nº 12.651/2012).

Para cumprir tais fins, o Decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012 regulamentou o Sistema de Cadastro Ambiental Rural – SICAR, estabelecendo normas com o Programa de Regularização Ambiental – PRAs. Os objetivos do SICAR são: receber, gerenciar e

integrar os dados do CAR de todos os entes federativos; cadastrar e controlar as informações dos imóveis rurais, referentes a seu perímetro e localização, aos remanescentes de vegetação nativa, às áreas de interesse social, às áreas de utilidade pública, às Áreas de Preservação Permanente, às Áreas de Uso Restrito, às áreas consolidadas e às Reservas Legais; monitorar a manutenção, a recomposição, a regeneração, a compensação e a supressão da vegetação nativa e da cobertura vegetal nas áreas de Preservação Permanente, de Uso Restrito, e de Reserva Legal, no interior dos imóveis rurais; promover o planejamento ambiental e econômico do uso do solo e conservação ambiental no território nacional.

Além de permitir o processo de planejamento ambiental e econômico do uso e da área do imóvel rural, o registro no CAR, vem acompanhado do compromisso de regularização, e aos benefícios previstos nos programas ambientais, revelando-se como uma ferramenta inovadora de controle e regularização ambiental, antes inexistente, principalmente em regiões de grande vazio fundiário, como é o caso da Amazônia Legal. Tornando-se um poderoso instrumento de política pública sob vários aspectos, em especial no combate e na redução do desmatamento.

Considerando a diminuição do desmatamento na Amazônia, a adoção de sistemas agroflorestais apresentou-se como uma alternativa sustentável para contribuir com a redução do desmatamento. Isso ocorre porque esses sistemas quebram o ciclo da agricultura tradicional migratória, que, devido aos períodos de descanso muito curtos para a recuperação do solo, aumenta a pressão sobre as áreas de floresta primária (Smith et al. citado por Rego, 2018). Com diversas finalidades e arranjos, os SAF têm sido trabalhados e incentivados como estratégias para o fortalecimento das unidades produtivas locais, buscando também a melhoria da renda familiar (Calvi, 2009).

Na Amazônia brasileira, existem algumas experiências de restauração de áreas alteradas por SAF, principalmente em dois grupos: Grupo 1 - trabalhos realizados por instituições de pesquisa ou instituições independentes, cujas informações são geradas de forma sistemática e com rigor científico. Grupo 2 - predomina a experiência de produtores de diferentes indústrias. Também, neste caso, os produtores estão mais preocupados com o resultado do que com os meios utilizados no "experimento". As informações geradas são de difícil sistematização, mas são relevantes e precisam ser coletadas, sistematizadas e analisadas para serem submetidas à validação científica, uma vez que o SAF se estabelece como alternativa de produção sustentável. Existe no Pará o SAF mais antigo, fundado por

descendentes de imigrantes japoneses, como alternativa às monoculturas de pimenta-do-reino, atacadas por *Fusarium* (EMBAPA, 2014).

A região norte do Brasil, que ocupa quase metade do território nacional, tem a maior extensão de floresta quente e úmida do mundo, mostrando enorme concentração e diversidade de SAF. Na maioria dos casos, são estabelecidos e geridos por meio de saberes populares de importância social, mas com baixo nível técnico (Silva, 2013). Associar o potencial do SAF para melhorar a qualidade do solo promove alterações nos processos biológicos, físicos e químicos do ambiente. As alterações referidas devem ser monitoradas e avaliadas, a fim de que possam ser implantadas ações corretivas em combate à degradação que porventura exista (Merten; Minella, 2004).

Na Amazônia o SAF, através da escolha do modelo e das espécies a serem implantadas é possível criar medidas mitigadoras voltadas a correções da degradação de uma área, argumento este utilizado por Sanguino et al., (2007), relata que as práticas adotadas pelos produtores e os sistemas adequados de produção de alimentos são um meio de garantir e assegurar a presença humana na propriedade e que um sistema de produção agrícola através do SAF pode ser uma alternativa para reduzir o desmatamento na Amazônia, com melhor aplicação, aproveitamento e ocupação do solo.

Tal ocupação pode ser realizada através dos consórcios de espécies anuais (feijão, milho e etc) hortaliças, adubos verdes (maxixe, jerimu), espécies semi-perenes (mandioca, banana, mamão) frutíferas e madeiráveis, podendo ser comercializadas já no primeiro ano, garantindo renda ao produtor e melhoria na estrutura solo. Esta última pode ser fortemente reconhecida através do uso da Bananeira, que além de fornecer alimento, tem várias funções: conter a erosão do solo protege-lo dos impactos da gota da chuva, dispersão da água e melhorando a estrutura do solo, com a adição de matéria orgânica, aumentando a capacidade de retenção de água e diminuição da velocidade de escoamento da enxurrada pelo aumento de atrito na superfície (Stadler, et, al 2017).

A vantagem do uso do SAF se deve, entre outros fatores, à incorporação e manutenção da matéria orgânica no solo, o que reflete em melhorias nos atributos físicos, aprimorando sua estrutura, como a densidade do solo, porosidade e retenção de água, bem como os atributos químicos e biológicos que irão favorecer o crescimento das plantas (Marchini et al., 2015).

De acordo com Silva (2016), o solo é considerado um componente vital para os agroecossistemas no qual ocorrem os processos e ciclos de transformações nas propriedades físicas, biológicas e químicas, que mal manejados podem degradar todo o

ecossistema, provocando riscos ambientais, no plantio, para o produtor e comunidade. Uma vez que a ocorrência e crescimento de diferentes espécies vegetais e o movimento de água e solutos estão diretamente relacionados a estas propriedades (Silva, 2010). Bem como os minerais predominantes, temperatura, pH, os teores de matéria orgânica, umidade, textura e estrutura, são indicadores da qualidade do solo, e as mesmas tem relação com a abundância e a diversidade da microbiologia (Brown; Bancon, 2009).

2.2. Viabilidade econômica em sistemas agroflorestais.

A análise da viabilidade econômica é uma ferramenta de extrema importância para quem deseja implantar e gerir um projeto, pois faz uso de técnicas onde o executor conseguira ter percepção dos possíveis lucro e despesas de um projeto ao longo do tempo, uma vez que esta análise auxilia de maneira significativa todo o processo de funcionamento do sistema de produção, e as tomadas de decisões, seja de um produtor rural ou de uma empresa.

Segundo Toledo JR (1988), define viabilidade financeira como um conjunto de técnicas, que permite a comparação entre os resultados obtidos nas alternativas possíveis de solução de um problema, possibilitando a tomada de decisões de maneira científica. Para isso Moura (2000), a avaliação de investimentos necessitará considerar o valor do dinheiro no tempo. Uma vez que Ferreira (2013), afirma que a palavra “economia” também significa o controle para evitar desperdícios, em qualquer serviço ou atividade. Deste modo, a análise financeira de um cenário agroflorestal se torna complexa, pois envolve diversas variáveis técnicas e econômicas (Cordeiro, 2010).

Para isso é possível adotar alguns tipos de métodos de análises, tais como Valor Presente Líquido (VPL); Valor Anualizado Equivalente (VAE), Tempo de Retorno do Investimento (payback, em inglês) (TRI), Relação Benefício Custo (RB/C); e, Valor Esperado da Terra (VET). E assim minimizar desvantagens dos sistemas agroflorestais, como a falta de conhecimento sobre rendimentos de lavouras, pastagens e os altos custos de implantação e monitoramento em relação à monocultura (Arco-Verde e Amaro, 2014).

Joaquim, (2012) e Santos, (2000) ao realizarem suas análises financeiras em projetos agroflorestais relatam que com a diversificação no cultivo e emprego de espécies arbóreas, perenes e anuais, é possível obter um rápido retorno na recuperação do capital investido, através da geração de renda imediata, proveniente da comercialização de

culturas agrícolas de ciclo curto e médio, e posteriormente com a venda de produtos de longo prazo.

A viabilidade econômica e a longevidade produtiva são requisitos importantes para sistemas de uso da terra na Amazônia (Santos, 2004), pois o SAF pode ser utilizado como tática de restauração e composição de agros ecossistemas sustentáveis, quanto para valorização da qualidade dos serviços ambientais (Campello et al., 2006). Proporcionando ao agricultor uma diversidade de produtos, gerando assim uma maior flexibilidade na comercialização. Diferenciar-se em sua produção permite também um fluxo de caixa mais regular e uma racionalização da mão de obra (Santos; Paiva, 2002), o que, conseqüentemente, reduzirá os custos de produção (Dossa, 2000). Para Arco-Verde (2008), a falta de informação é uma das principais limitações em relação à adoção e integração do SAF, pois gera desconfiança e insegurança por parte dos agricultores.

Apesar do consenso de que o SAF apresenta vantagens ecológicas e podem reduzir os riscos de investimento em uma só cultura, constata-se que esses sistemas constituem uma atividade complexa que apresenta riscos e incertezas, assim como outros negócios em atividades agrícolas e florestais. Daí vem à importância de se fazer avaliações econômicas e se avaliar as barreiras e condições de risco para subsidiar os agentes de financiamento, técnicos e principalmente, os produtores rurais, nesse tipo de investimento (Bentes-Gama et al., 2005).

A importância do SAF na vida dos agricultores se deve aos enormes benefícios, principalmente econômicos, que advêm. Em primeiro lugar, o sistema garante comida na mesa, renda a curto, médio e longo prazo, porque tudo o que é produzido pode ser comercializado. Pode-se optar primeiro, por variedades agrícolas de rápido crescimento (hortaliça) e depois, variedades de médio prazo (Frutíferas), e finalmente, em longo prazo como as árvores madeiráveis de alto valor comercial e espécies florestais não madeireiras. Combinar o conhecimento dos povos da Amazônia com a ciência é a chave para superar os desafios da sustentabilidade e da implantação do sistema agroflorestal.

As equações diferenciais utilizadas demonstram-se eficientes para a análise econômica de SAF. Esta técnica indicou a viabilidade financeira do modelo hipotético do sistema agroflorestal considerado; e diferente das demais, esta tem a vantagem de poder determinar a duração do ciclo da cultura arbórea, enfatizando o ótimo econômico do sistema. O trabalho apresentado por Paraense (2022), ratifica que as práticas de plantio em SAF não se restringem aos benefícios de ordem ambiental e social, como a conservação e recuperação dos recursos naturais, além da utilização constante da mão de

obra familiar, mas, também, sendo capazes de proporcionar retornos financeiros satisfatórios às famílias, desmistificando, dessa maneira a concepção econômica desfavorável que subsiste acerca dessa tecnologia de produção na Amazônia.

3 OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Analisar o potencial de uso e a qualidade do solo do sistema agroflorestal – SAF, como alternativa, ambiental e econômica em propriedade da comunidade Social Novo Paraíso do Rio Caru - Itacoatiara/AM.

3.2. Objetivos Específicos

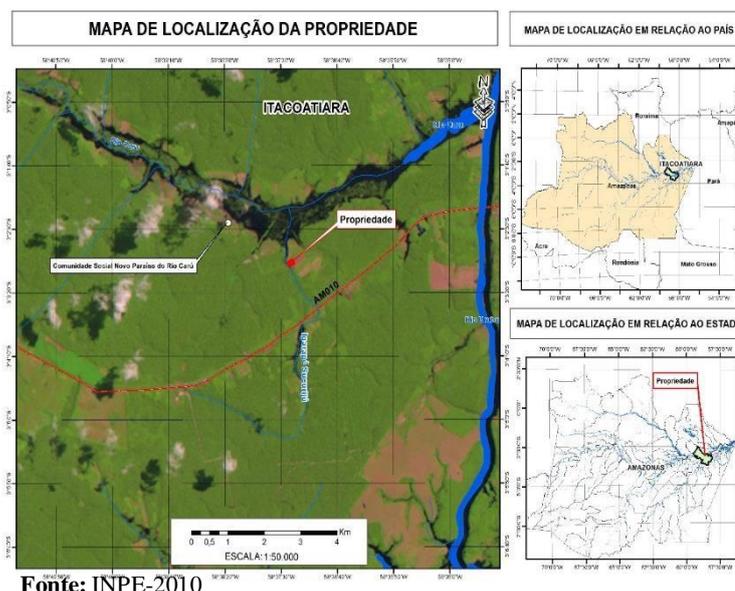
- i. Determinar as propriedades físicas e químicas do solo e avaliar o incremento na qualidade física e química do solo a partir da implementação do sistema agroflorestal;
- ii. Avaliar a viabilidade econômica da implantação do sistema agroflorestal.

5. METODOLOGIA DA PESQUISA

5.1. Caracterização da área de estudo

A área de estudo foi à propriedade Pedra Preciosa de Deus, localizada na comunidade Social Novo Paraíso do Rio Caru. A comunidade situa-se a 500m da margem direita do Ramal do Caru, no quilômetro 25 da Estrada AM- 010, sentido do Município de Itacoatiara - Manaus, distante cerca de 239 km em linha reta da capital Manaus, no Estado do Amazonas (Figura 1).

Figura 1 - Mapa de localização da Propriedade



Com base na classificação de Köppen-Geiger, o tipo climático na área de estudo pertence ao Grupo Climático A com variedade climática Af, com pluviosidade significativa ao longo do ano, apresenta uma estação seca de pequena duração em função do elevado índice de precipitação pluviométrica (CLIMATE-DATA, 2022). A precipitação pluviométrica anual é cerca de 2.500 mm/ano e a temperatura média encontra-se a 27°C, com umidade relativa do ar em torno de 84% (ALVARAES et al., 2014).

A temperatura média anual é de 28°, com máxima de 32,6° C e mínima de 23,6 °C, e umidade relativa do ar entre 80% e 85% (INMET, 2017). O solo da região é constituído por Latossolo Amarelo Distrófico, com textura argilosa e fertilidade baixa (PWA, 2019). A vegetação predominante na área é classificada como Floresta Ombrófila Densa de terra firme, caracterizada por árvores de grande porte, além da alta diversidade e abundância de lianas lenhosas e epífitas (IBGE, 2012).

A propriedade possui uma área total de 2,40 ha. Agrega 01(uma) família composta por 6 (seis) pessoas, com idades entre 02 a 60 anos, que vivem principalmente de agricultura familiar, pesca artesanal e criação de aves (galinha). Atualmente, a propriedade possui uma casa de alvenaria de dois cômodos. A água servida provém de 01 cacimba (poço) cavada pelo próprio proprietário, sendo armazenada em caixa d'água e distribuída para consumo, higiene pessoal e afazeres domésticos. Possui sistema de energia elétrica fornecida pela agência de abastecimento de energia do município de Itacoatiara. Como meio de transporte, tem-se na propriedade 2 canoas utilizadas no período de cheia do rio e por via terrestre, utiliza-se ônibus que passa na rodovia AM-010, carro particular ou mototáxi (Figuras de 2 a 5).



Figura 2 - Casa em processo de construção
Fonte: Jonas Produções.



Figura 3– Canoas para transporte



Figura 4 - Poço artesiano



Figura 5 - Abrigo para as Aves (Galinheiro)

A comunidade Social Novo Paraíso do Rio Caru, onde a propriedade analisada está localizada fica há 25 km da sede do Município de Itacoatiara, distante cerca de 239 km em linha reta da capital Manaus, no Estado do Amazonas. Teve sua origem a partir de uma invasão terra, e hoje a comunidade agrega 27 famílias, que vivem principalmente de agricultura familiar, pesca artesanal, produção de farinha, venda de produtos como tucumã, abacaxi e do auxílio do governo. A comunidade conta com 01(uma) escola de ensino fundamental I (1° ao 5° ano), 02 (duas) Igrejas Evangélicas, 01 (uma) Igreja Católica, 01 (um) centro comunitário, 01 (um) poço artesiano que fornece água para famílias e a fonte de energia elétrica vem do programa luz para todos.

5.2. Instalação do Sistema Agroflorestal

O experimento foi instalado na propriedade com dimensões total de 200 metros de comprimento por 40 metros de largura, equivalente a 0,8ha da propriedade, sendo este dividido em 0,4ha para área de plantio do experimento e 0,40 para área testemunha onde não houve plantio (figura 6).



Figura 6- Áreas do estudo.

As espécies foram selecionadas de acordo com a preferência do agricultor, levando em consideração as variáveis ambiental e econômica. Na primeira, foram consideradas espécies com melhor desenvolvimento nas condições amazônicas e na segunda, o baixo custo de implantação das espécies e maior facilidade de comercialização do produto. Nesse sentido, foram selecionadas cinco espécies, tomando como critérios de seleção: ciclos de vida diferenciados (curto, médio e longo), classes sucessionais, características silviculturais entre, frutíferas, arbustivas e perenes, potencial para comercialização e adaptabilidade na região. Assim, os recursos e o retorno da produção serão gerados permanentemente e em diversos estratos.

As espécies escolhidas foram às frutíferas: banana pacovã (*Musa paradisiaca*) e açaí (*Euterpe oleracea*), as espécies arbustivas: pimenta de cheiro (*Capsicum chinense*) e pimenta murupi (*Capsicum chinense* Jacq.) e a espécie perene: maxixe (*Cucumis anguria*), cuja escolha também possibilitará o incremento na área, uma vez que cada espécie desempenhara uma função específica: a bananeira é uma ótima fornecedora de matéria orgânica, da qual o solo pode ser enriquecido com o potássio produzido pela planta, e seu caule pode ser uma fonte de retenção de água no solo, em qualquer época do ano, mesmo no período do verão amazônico. Por se tratar de uma espécie que se desenvolve em touceira, pode-se cortar a planta mãe e deixar a planta filha e neta se desenvolverem da mesma origem.

Vicente Neto (2013) explica que as bananeiras utilizadas nos SAF 's em sua fase inicial, tem por finalidade sombrear as frutíferas introduzidas posteriormente, as quais suas mudas, recém-introduzidas, são mais sensíveis à incidência direta da luz solar. Fornecem também grande quantidade de biomassa e mantêm a umidade do solo, melhorando as suas propriedades químicas e físicas. Esses fatores, auxiliam no processo de floração e frutificação do maxixe, que se beneficia dos nutrientes provenientes dos resíduos gerados da matéria orgânica depositada no solo, por ser uma espécie pouco exigente, e de fácil adaptação a solos arenosos, leves, soltos.

As mudas de bananeira foram adquiridas por doação da Fazenda Santo Antônio, localizada no Ramal da Sudam, da estrada Am-010, que retirou todas as cultivares para formação de pasto. As mudas de açaí foram produzidas no local, a partir da coleta de sementes de plantas em áreas próximas. As sementes de maxixe foram adquiridas em casa de campo, sendo posteriormente pré – germinadas em pequenas sementeiras feitas de bandeja descartáveis, que continha apenas areia como substrato. Após a germinação e o surgimento de 4 a 5 folhas, as mudas foram transplantadas para o local definitivo.

As mudas de pimenta de cheiro e de pimenta murupi também foram preparadas no local. As sementes foram retiradas de frutos maduros, colocadas para secar à sombra por 3 (três) dias e em seguida colocadas 3 sementes em copos descartáveis preparados com terra preta. Após 10 a 15 dias começaram a germinar e as mudas que apresentaram tamanho de 12 a 15 cm de altura ou 4 a 6 folhas, foram selecionadas e transplantadas para o local definitivo.

Inicialmente, o preparo do solo ocorreu por meio de limpeza manual e mecanizada com uso de roçadeira. Os resíduos vegetais gerados foram deixados sobre o solo para otimizar os processos de troca de energia, aumento da fertilidade e adubação verde, e a cada três meses após a instalação do SAF, corrida nos meses de fevereiro e março de 2022, foi realizado manutenções com: limpeza da área, roçagem do mato, adubação orgânica, capina, podas, desbastes, desfolha, controle de pragas, doenças, podas e de acordo com o ciclo de cada cultura, foi feita a colheita. Durante o ano, onde fora realizadas, três manutenções. A figura 7 apresenta as etapas de implantação e manutenção do SAF.

Figura 7: Calendário agrícola do sistema agroflorestal implantado.

Cultivos	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
 Pimenta de cheiro	Preparo do solo e mudas 2021/2023	Colheita Venda 2023	Plantio 2022 Colheita Venda 2023	Colheita Venda 2023	Colheita Venda 2022/2023	Colheita Venda 2022/2023	Colheita Venda 2022/2023	Colheita Venda 2022				
 Pimenta Murupi	Preparo do solo e mudas 2021/2023	Colheita Venda 2023	Plantio 2022 Colheita Venda 2023	Colheita Venda 2023	Colheita Venda 2023	Colheita Venda 2022/2023	Colheita Venda 2022/2023	Colheita Venda 2022				
 Maxixe	Preparo do solo e mudas 2021/2023		Plantio 2022	Colheita Venda 2022	Colheita Venda 2022	Colheita Venda 2022	Colheita Venda 2022	Colheita Venda 2022	Colheita Venda 2022			
 Banana	Preparo do solo e mudas 2021/2023	Plantio 2022 Colheita Venda 2023	Colheita Venda 2023	Colheita Venda 2023	Colheita Venda 2023		Colheita Venda	Colheita Venda	Colheita Venda	Colheita Venda	Colheita Venda	Colheita Venda
 Açaí	Preparo do solo e mudas 2021/2023	Plantio 2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Na composição do SAF foram utilizadas 730 mudas de 5 (cinco) espécies diferentes, tendo sido feito o plantio de 220 pés de Banana Pacovã, 200 pés de açaí de touceira, 110 mudas de maxixes, 100 mudas de pimenta de cheiro e 100 mudas de pimenta de murupi. Os espaçamentos utilizados nas entrelinhas por espécies foram: Banana Pacovã: 5x5 metros entre plantas; pimenta de cheiro e pimenta de murupi: 50cm x 50cm; e maxixe : 5x5 metros (mesmo espaçamento da bananeira), conforme figura 8 e dados da tabela 2.



Figura 8 - Área de plantio do SAF na propriedade.

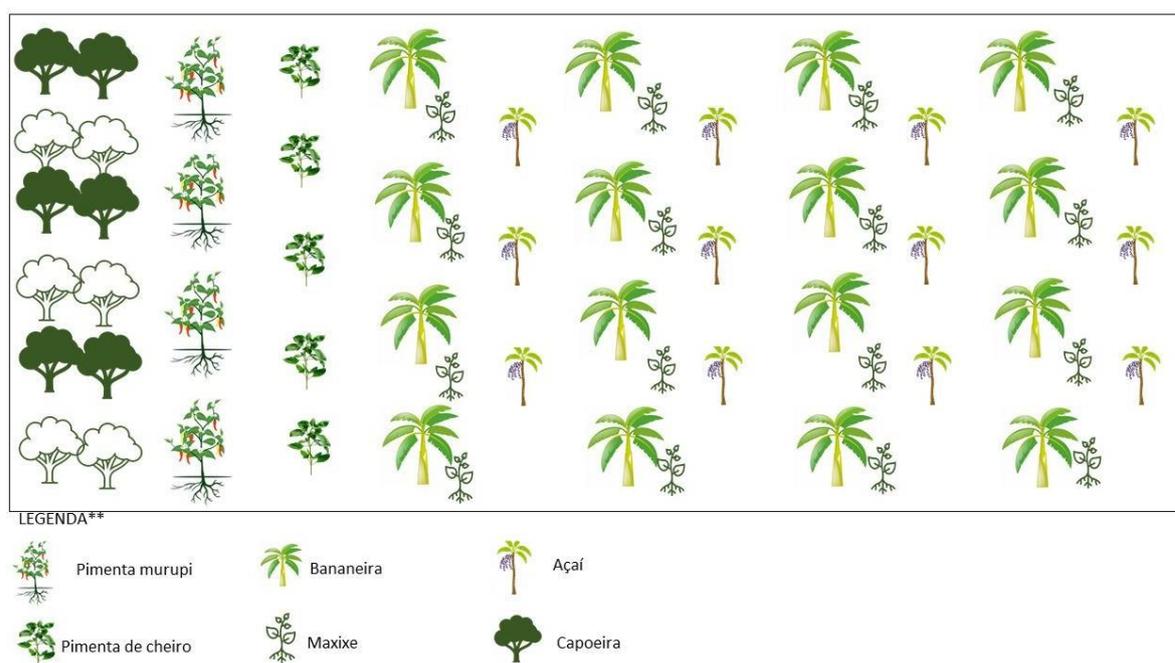
Tabela 1 - Espécies, nº de plantas e espaçamento do SAF implantado.

Espécies	Nº de Plantas	Espaçamento
Banana pacovã	220	5x5 m
Maxixe	110	5x5 m
Pimenta Murupi	100	50cm x 50cm
Pimenta de Cheiro	100	50cm x 50cm
Total de Mudas	530	

Fonte: Autora

Para o plantio das mudas de bananeiras foram abertas covas com dimensões de 0,40 x 0,40 x 0,40 cm de profundidade, adubadas com adubo orgânico cama de frango, ou seja, esterco de galinha, sendo colocado em cada cova 2kg misturado na terra de abertura de cova. Nas mesmas covas onde foram plantadas as mudas de bananeiras, abriu-se covetas de 10 cm com uso da ponta da enxada para plantio de plântulas de maxixe. Para o plantio das mudas de pimenteira, foram abertas covas de 20x20x20cm profundidade (Figura 9).

Figura 9: Croqui do arranjo do SAF implantado.



Com o plantio efetuado, as mudas foram irrigadas manualmente duas vezes ao dia, sendo realizado pela manhã bem cedo e no final do dia. Para este processo foi utilizada uma mangueira, cuja água foi fornecida pela caixa d'água instalada na propriedade.

5.3. Coleta de solo

Para identificar o incremento na qualidade física e química do solo a partir da implantação do sistema agroflorestal implantado (objetivo i), foram coletadas amostras de solo da área do SAF e de uma área testemunha. Essa última não possui nenhuma cobertura vegetal, tendo o solo completamente exposto.

Foram abertas 16 mini trincheiras em cada área (testemunha e com SAF), com dimensões de 40 x 40cm, profundidade de 40cm e espaçamento fixo de 10 metros. As amostras foram coletadas nos pontos, nas seguintes profundidades 0,00 - 15 e 0,15-0,30 m, coletando 16 pontos amostrais por área, totalizando 32 pontos de coleta e 64 amostras. Em cada ponto amostral, foram coletadas amostras com estrutura preservada, utilizando anéis volumétricos com volume conhecido (Figuras 10 e 11).



Figura 10- Cova medindo 40x40 para coleta de solo. **Figura 11** – Marcação da profundidade.

Nos pontos amostrais foram coletadas amostras com estrutura deformadas e amostras com estrutura preservada, com auxílio dos anéis volumétricos de 5 cm de altura e 4 cm de diâmetro interno (Figuras 11 e 12).



Figura 12 - Amostras com estrutura preservadas.

Figura 13- Amostra com estruturas deformadas.

Nas amostras com estruturas deformadas, foram separados torrões com tamanho de 3 a 4 cm. Posteriormente, esses torrões foram passados em peneira de 9,45 mm de diâmetro de malha, separando o material retilo na peneira de 4,75 mm para a determinação da análise de estabilidade de agregado (Figura 14).



Figura 14- Separação de torrões para análise de estabilidade de agregado.

As amostras com estruturas deformadas foram secas à sombra, destorroadas e passadas em peneiras de 2 mm para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA) (Figura 15).



Figura 15- Procedimento para obtenção da terra fina seca ao ar.

O solo da área foi classificado segundo critérios estabelecidos no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2018). As análises foram realizadas no laboratório de química/solos da Universidade do Estado do Amazonas – UEA de Itacoatiara - Amazonas, e algumas amostras foram enviadas para o laboratório de solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA em Manaus, para a realização das análises de alumínio, cálcio e magnésio.

5.4. Análises físicas do solo

Análise granulométrica

A textura é uma propriedade física do solo que expressa a distribuição quantitativa das partículas minerais do solo, areia, silte e argila em uma amostra de Terra Fina Seca ao Ar (TFSA), por meio da análise granulométrica, e é que menos sofre alteração ao longo do tempo. A análise da textura do solo foi realizada pelo método da pipeta, utilizando NaOH 0,1 mol. L⁻¹, como dispersante químico e agitação em agitador do tipo Wagner por 16 horas. Após o período de agitação, a areia foi separada por tamisação, utilizando peneira de malha de 0,053 mm. As frações argila e silte foram obtidas com base no princípio de velocidade diferencial de sedimentação de partículas segundo a Lei de Stokes. Após o período de sedimentação, a argila foi obtida pelo método da pipeta e o silte calculado por diferença (TEIXEIRA et al., 2017). Após a determinação das porcentagens das frações areia, silte e argila, o solo foi classificado quanto à textura utilizando-se o triângulo textural (ANTÔNIO, 2009).

Densidade e porosidade do solo

Para a densidade do solo, utilizou-se um anel, com arestas cortantes e capacidade interna conhecida, geralmente 100 cm³, onde o anel foi introduzido na parede do perfil do

solo e, puxando para fora por meio da escavação ao redor do cilindro. Em seguida, retira-se o excesso de solo, com o auxílio de uma faca bem afiada, até ficar no mesmo nível das duas superfícies do anel, segundo metodologia preconizada em TEIXEIRA et al. (2017). Posteriormente, a massa de solo presente no anel foi levada para a estufa e a densidade do solo foi obtida pela razão entre a massa seca do solo/ volume do anel volumétrico.

As amostras de solo com estrutura preservada foram saturadas, elevando-se gradualmente a lâmina d'água até cerca de 2/3 da altura do anel, para determinação da microporosidade e porosidade total do solo utilizando o método da mesa de tensão (limite entre macroporos e microporos em -6 kPa), segundo metodologia proposta em Teixeira et al., (2017). Pela diferença entre a porosidade total e a microporosidade, foi obtida a macroporosidade do solo.

Estabilidade de Agregados

Para as análises de estabilidade de agregados, as amostras foram coletadas com sua estrutura preservada e posteriormente, foram secas à sombra, sendo levemente destorroadas de forma manual, em seguida, foram passadas em peneira de 9,51 mm de diâmetro de malha e retidos na peneira de 4,76 mm. A separação e a estabilidade dos agregados foram determinadas segundo Kemper e Chepil (1965), com modificações nas seguintes classes de diâmetro: >2,0; 2,0-1,0 e < 1,00 mm. Os agregados foram colocados em contato com a água sobre a peneira de 2,0 mm por quinze minutos. A massa do material retido em cada peneira foi colocada em estufa a 105 °C. Os resultados desta análise foram expressos em percentual dos agregados retidos nas peneiras >2,0; 2,0-1,0 e <1,0 mm em diâmetro médio geométrico (DMG) e diâmetro médio ponderado (DMP), além do índice de estabilidade de agregados (IEA).

Resistência do solo à Penetração

A resistência do solo à penetração (RSP) foi determinada em laboratório nas amostras com estruturas preservadas coletadas com os cilindros volumétricos utilizando um penetrômetro eletrônico, com velocidade constante de 0,1667 mm s⁻¹, equipado com uma célula de carga de 200 N, haste com cone de 4 mm de diâmetro de base e semi-ângulo de 30°, receptor e interface acoplados a um microcomputador, para registro das leituras por meio de um software próprio do equipamento (DALCHIAVON et al., 2011).

5.5. Análises químicas do solo

As análises químicas foram realizadas nas amostras da Terra Fina Seca ao Ar. O pH foi determinado na relação 1:2,5 (solo/água), utilizando um eletrodo para determinação dos valores. Cálcio, magnésio e alumínio trocáveis foram extraídos com a solução extratora de KCl 1 mol L⁻¹. O alumínio foi determinado por titulação utilizando-se como indicador colorimétrico azul de bromotimol e como solução titulando o NaOH 0,025 mol L⁻¹. Por sua vez, cálcio e magnésio foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica. Potássio, sódio e fósforo disponível foram extraídos pelo extrator Mehlich-1, sendo que o K⁺ e o Na⁺ foram determinados por fotometria de chama, e o P determinado por colorimetria.

A acidez potencial (H+Al) foi extraída com solução tamponada a pH 7,0, de acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ e determinado volumetricamente com solução de NaOH 0,025 mol L⁻¹. Com base nos resultados das análises químicas, foram calculados os valores de somas de bases (S), capacidade de troca catiônica (T), saturação por bases (V%) e percentagem de saturação por alumínio (m%). Todas as análises químicas citadas acima foram determinadas conforme Teixeira et al. (2017).

O carbono orgânico total foi determinado pelo método de oxidação por via úmida, com aquecimento externo, utilizando solução de dicromato de potássio K₂Cr₂O₇ 0,0667 mol L⁻¹, utilizando como indicador colorimétrico a fenolftaleína e solução de sulfatoferroso amoniacal a 0,1 mol L⁻¹, como solução titulante (YEOMANS & BREMNER, 1988).

As amostras que necessitaram ser enviadas ao Laboratório de Solos da EMBRAPA de Manaus, para análises de alumínio, cálcio e magnésio trocáveis tiveram seus atributos analisados de acordo com o Manual de Métodos de Análise de Solos (TEIXEIRA et al., 2017).

5.6. Análises estatísticas

Os resultados das análises de solo foram submetidos à análise estatística descritiva Univariada, analisando os componentes principais com cálculo de média, mediana, coeficiente de variação. As hipóteses de normalidade dos dados dentro de cada ambiente foram testadas pelo teste de Kolmogorov-Smirnov (KS). Para verificar a diferença entre o sistema SAF e a área testemunha, os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) a 5% de probabilidade para verificar a possível existência de diferença estatística. Após a realização da análise de variância, sendo observada a significância do teste F, as amostras

foram submetidas ao teste de comparação de médias t Student (5% de probabilidade), para obtenção do valor t.

Para a análise multivariada, inicialmente, foi realizada uma análise estatística exploratória dos dados. Para isso, após a padronização das variáveis com a média nula e variância unitária, os dados foram submetidos a três abordagens estatísticas multivariadas: análise de agrupamento pelo método hierárquico usando a distância euclidiana como coeficiente de similaridade, o método de Ward como algoritmo para vincular clusters (HAIR et al., 2005), e a análise de componentes principais para discriminar amostras de solo com propriedades específicas em planos bidimensionais gerados a partir dos autovalores da matriz de covariância obtida das variáveis originais (HAIR et al., 2005).

Apenas autovalores superiores à unidade serão considerados nas análises, de acordo com o critério proposto por Kaiser (1958). Toda a análise estatística multivariada será processada no software Statística 7.0 (StatSoft, Tulsa, Oklahoma, EUA).

5.7. Viabilidade econômica

Para avaliação da viabilidade econômica do experimento, foi utilizado como instrumento o software Microsoft Excel - AMAZONSAF, versão 10.05, para o cálculo dos indicadores econômicos no horizonte temporal de 1 ano. Este software é uma planilha de Avaliação Financeira de Sistemas Agroflorestais, permite a entrada de dados referentes aos insumos, aos equipamentos, mão de obra, às espécies utilizadas e produtividade. Com os dados gerados pela planilha é possível observar o comportamento financeiro do SAF ao longo do período de implantação e estabelecimento das culturas, uma vez que a planilha está organizado em abas didáticas e intuitivo tais como: descrição dos componentes do sistema, croqui, parâmetros técnicos, produtividade dos cultivos, atividades e insumos gerais, guias das culturas, resultado financeiro, fluxo de caixa, indicadores financeiros e gráficos.

O preço de venda dos produtos foi estimado com base nos levantamentos de preço realizado nas feiras locais, supermercados, e pequenos comércios. As receitas, os custos fixos, as variáveis e receita bruta foram levantadas de acordo com a produtividade de cada cultura e inseridas na planilha acima citada, levando em consideração as entradas e saídas de recursos e produtos por período correspondente. Seguindo essa configuração, foi possível considerar os seguintes indicadores de rentabilidade:

O Valor Presente Líquido (VPL): exhibe os valores líquidos do projeto atualizados ao momento considerado inicial, deduzindo o investimento inicial. Quando o resultado é

um valor maior que zero, diz-se que o projeto oferece viabilidade econômica. O VPL é sensível à taxa de juros, por analisar o efeito do tempo em seu cálculo e, com isso, ter o valor financeiro abatido. A equação para o cálculo do VPL é:

$$VPL = -I + \sum_{j=1}^n \frac{R_j - C_j}{(1 + i)^j}$$

onde:

R_j = receitas no período j

C_j = custos no período j

i = taxa de desconto (juros)

j = período de ocorrência de R_j e C_j

n = duração do projeto, em número de períodos de tempo

I = investimento inicial.

Foi também calculado o Valor Anualizado Equivalente (VAE), sendo a parcela recorrente e constante, imprescindível ao pagamento de uma quantia igual ao VPL. Quanto maior for o VAE calculado, maior a viabilidade do projeto. O VAE foi calculado por:

$$VAE = \frac{VLPxi}{1 - (1 + i)^{-n}}$$

onde:

VPL = valor presente líquido

i = taxa de desconto (juros)

n = duração do projeto, em número de período de tempo.

A Relação Benefício/Custo (B/C) foi o indicador utilizado para demonstrar o quanto os benefícios extrapolam ou não os custos totais. O ponto chave para a condição de viabilidade do projeto, segundo Borner (2009), é que o valor obtido seja maior ou igual ao valor do custo. A equação para esse indicador é:

$$\frac{RB}{C} = \frac{\sum_{j=0}^n R_j(1 + i)^j}{\sum_{j=0}^n C_j(1 + i)^j}$$

onde:

R_j= receitas no período j

C_j = custos no período j

i = taxa de desconto (juros)

j = período de ocorrência de R_j e C_j

n = duração do projeto, em número de períodos de tempo.

A Taxa Interna de Retorno (TIR) pode ser entendida como a taxa percentual do retorno do capital investido. Se a TIR for maior do que a taxa de desconto exigida pelo investimento, conclui-se pela viabilidade do projeto. É a taxa de desconto que iguala o valor presente das receitas ao valor presente dos custos, ou seja, iguala o VPL a zero. Também pode ser entendida com a taxa percentual do retorno do capital investido (Silva et al., 2008). Matematicamente é expressa por:

$$\sum_{t=0}^n \frac{R_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t} = 0$$

onde:

R_j = receitas do projeto

C_j = custos projeto

i = taxa de desconto (juros)

j = período de ocorrência de R_j e C_j

n = duração do projeto, em número de período de tempo

O Tempo de Retorno do Investimento (payback, em inglês) (TRI) é o tempo necessário para retornar o capital empregado, ou seja, é o tempo transcorrido entre o investimento inicial e o período no qual o lucro líquido acumulado se iguala ao valor investido.

$$PR = T, \text{ quando } \sum_{j=0}^T R_j - C_j = I$$

onde:

R_j = receitas no período j

C_j = custos no período j

j = período de ocorrência de R_j e C_j

T = tempo para o fluxo de caixa igualar os investimentos

I = investimento inicial.

Seguindo o preenchimento da planilha, a receita do sistema foi baseada na comercialização in natura da produção de banana, pimenta de cheiro, pimenta murupi, e maxixe. Os preços utilizados como referência, foram baseados na média de preços adotados na RESOLUÇÃO Nº 0016/2022-GSEFAZ - Pauta de Preços Mínimos nº 002/2022, que fixa os valores mínimos da base de cálculo do ICMS incidente sobre as operações e prestações com mercadorias ou serviços nela relacionados, e dá outras providências no Estado do Amazonas.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Produção do Plantio de bananeira

No plantio da bananeira, houve uma perda significativa de frutos, devido às mudanças do tempo e a falta de informação do produtor sobre quais cuidados deveriam ser adotados em relação à proteção contra chuvas e ventos, após o surgimento dos cachos. As fortes chuvas ocorridas no período de novembro a dezembro de 2022 e maio de 2023, danificaram alguns indivíduos em processo de frutificação, que foram partidos ao meio com a força do vento (figuras 16 e 17). Isso provocou a perda de 28 cachos, pesando em média de 4 a 10 kg, com aproximadamente 16 a 35 unidades de bananas em cada cacho. Posteriormente a este evento, os indivíduos em fase de frutificação receberam reforço para sustentação, sendo colocadas escoras de madeira em cada planta.



Figura 16 e Figura 17– Indivíduos danificados pelas intempéries.

Após 6 (seis) meses do plantio (julho de 2022) foi realizada a colheita dos cachos de banana dos indivíduos que resistiram às intempéries. A colheita ocorreu entre julho de

2022 a junho de 2023. Foram coletados 65 (sessenta e cinco) cachos, sendo um cacho por planta, com rendimento de 25 a 50 unidades de banana por cacho. Figuras 18,19 e 20.



Figuras 18, 19 e 20– Processo de colheita da banana.

O peso médio de cada cacho variou de 4 a 10kg e a unidade de banana chegou a pesar 0,198g em média (figuras 21 a 22).



Figura 21 e 22 – Pesagens de produção de banana em cacho e unidade

Foi realizado o desbaste das bananeiras, deixando no local mantendo-se planta-mãe, planta-filha e planta-neta por cova ou touceira (uma família), sendo o excedente de brotações eliminado mecanicamente (PEREIRA et al 2000). O material vegetativo que seria espalhado no solo, e usado como biomassa verde, para produção de nutriente e cobertura vegetal teve que ser descartado devido o ataque pragas, como a Sigatoka amarela (*Mycosphaerella musicola*) e a Pinta de deightoniella (*deightoniella torulosa*) (figuras 23 e 24), identificadas *in locu* com ajuda do Manual de identificação de doenças, nematoides e pragas na cultura da bananeira (Embrapa 2017). Os frutos foram levados para alimento dos animais e as folhas infectadas foram amontoadas longe do plantio.



Figura 23 e 24 – Indivíduos infectados por pragas e doenças.

6.2. Produção da pimenta murupi, pimenta de cheiro e maxixe

A colheita da pimenta de cheiro ocorreu após 60 dias do plantio, 120 dias para pimenta murupi e 45 dias para o maxixe, sendo realizadas colheitas semanais. As colheitas foram realizadas a partir de observações da uniformidade entre os frutos, considerados aptos ao consumo, sendo colhidos todos os frutos das plantas úteis, dependendo da sua coloração: verde claro com listras escuras para o maxixe, verde-claro para pimenta de cheiro, e verde claro e amarelo para pimenta murupi (LIMA, 1997).

Foi observado que durante o período chuvoso, a produtividade da pimenta murupi foi maior, chegando a 15kg em uma semana, enquanto no verão só foi possível colher apenas 5kg de frutos. A pimenta de cheiro chegou a 7kg, quase o dobro da produção colhida no verão, a qual não passou de 3kg semanais. Observou-se também maior crescimento, aumento do peso e brilho dos frutos durante o período de maior umidade (novembro a março) marcado por fortes chuvas.





Figura 25 e 26 – Pesagem e medição dos exemplares de pimenta de cheiro.



Figura 27 e 28 - Pesagem e medição dos exemplares de pimenta de cheiro.

A média de peso para frutos de pimenta de cheiro ficou em 22,5g com comprimento de variando de 3 a 8cm, e a pimenta murupi variou de 2 a 9g, com comprimento de 5 a 9cm. (Figuras de 27 a 28).

Nos meses considerados de verão intenso ou verão amazônico, que ocorre de junho a novembro na região, a pimenta de cheiro apresentou um rendimento menor na colheita chegando à média de 3 kg por semana, no total de plantas do experimento. Houve uma lenta adaptação e desenvolvimento das plantas neste período, possivelmente, devido às altas temperaturas no local do experimento e pouco ou nenhum fornecimento de água, uma vez que não foi possível instalar meios de irrigação na área. Entre os meses de setembro a outubro, considerados os meses de pico do verão amazônico, a espécie teve sua produção zerada. Apenas teve seu período de floração, que não evoluiu para frutificação.

No período chuvoso, que ocorre nos meses de dezembro a maio, o rendimento da pimenta de cheiro aumentou significativamente para 7kg, chegando quase ao dobro da produção realizada no verão.

A pimenta murupi chegou a gerar apenas 3kg de frutos no verão e teve também maiores rendimentos durante o período chuvoso, quando a produção chegou a 15kg semanais. Já o maxixe chegou a produzir 30kg por semana no início do período de verão (mês de junho), mas no mês de maior incidência de temperatura a produção não passou de 5kg por semana, até não resistir a falta de água (figuras 29 e 30).



Figura 29 e 30 – Produção de maxixe

De modo geral, a produção do SAF pode ser observada na tabela onde está discriminado o quantitativo de todas as espécies cultivadas, ao longo dos 12 meses, dividindo em verão e período chuvoso.

Tabela 2 - Produção em Kg das espécies no SAF implantado.

ESPÉCIES KG	Mês Ano												Media / ano
	2023				2022								
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Banana	25	32	28	24	-	-	65	35	70	55	50	56	36,66
Maxixe	-	-	-	120	105	74	15	10	7	7	5	-	28,58
Pimenta de cheiro	3	3	6	13	8	10	10	7	6	6	5	3	6,66
Pimenta Murupi	15	19	12	18	15	10	8	7	5	6	12	15	11,83
	Verão Amazônico												
	Inverno (Período chuvoso)												

Legenda:

Fonte: Autora

As médias de produção por espécies foram calculadas fazendo uma projeção sobre os 12 meses de ocorrência do projeto. A maior média (36,66) ficou com a banana, seguido do maxixe, o qual poderia ter se destacado, mas devido as intempéries teve sua produção interrompida antes do ciclo de 12 meses. Estudos desenvolvidos por Roncatto (2022), considerando o espaçamento adensado de 4 m x 1 m, obteve a produção de plátano D'Angola (espécie de bananeira) de 7,15 kg/planta, na região de transição Amazônia- Cerrado, Mato Grosso. De acordo com estudos relatados por Castro et al. (2023), a produção de banana por SAF na região de São Domingos do Araguaia-PA foi de 54 kg/ha

para 2 anos de cultivo e de 108 kg/ha para o 3º e 4º ano. Esses resultados se aproximam daqueles encontrados nesse estudo, com a produção de 88 kg em 0,8 hectares e uma média de 7,33 Kg/mês.

Segundo Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas – IDAM (2004), a produtividade do maxixe muda de acordo com a época do ano e região. Em média, está em torno de 5 (cinco) toneladas por hectare. Comparando-se ao valor de 342kg encontrado nesse estudo, em apenas meio hectare, é possível compreender de forma positiva o quanto o consórcio dessa hortaliça com espécies perenes pode ser rentável e produtivo, podendo fazer parte da implantação de sistemas agroflorestais diversificados. Entretanto, é preciso que os órgãos de fomento, estudiosos, pesquisadores, orientem as atividades praticadas pelos agricultores familiares, tanto em áreas de várzea como em terra firme, locais de difícil acesso a recomendações técnicas para a condução da cultura (CARDOSO et. al., 2012).

Estudos de Tello et al. (2015) aponta o maxixe como espécie com baixa comercialização na Amazônia. Além disso, Freitas (2021) aponta a elevação do preço das hortaliças no período da pandemia e pós-pandemia, o que dificulta ainda mais a comercialização. A pimenta de cheiro, por exemplo, teve o preço aumentado de R\$3,00 para R\$10 no mercado de Manaus, nesse período, sendo este último, o valor pago também no mercado em Itacoatiara.

6.3. Viabilidade econômica

A composição dos custos do SAF implantado na área, tendo como base a média dos preços dos produtos e insumos referentes ao ano da pesquisa estão dispostos na tabela 3. Como se trata de uma área anteriormente manejada e relativamente pequena, não houve a necessidade de uso de maquinários pesados, apenas ferramentas e equipamentos manuais, ainda sim se observou que as atividades do SAF apresentaram custos iniciais elevados em razão de grande parte dos serviços e insumos são utilizados principalmente durante a implantação do SAF, ou seja, no de Ano 1 (um). No SAF foi verificado que o item que mais gerou o custo no processo de preparo da área para implantação do projeto foi à mão de obra, seguida dos insumos, com o investimento de R\$ 1.166,40, seguido do custo com ferramentas R\$ 979,46. Arco-Verde e Amaro (2014) relata que em pequenas propriedades onde a terra e o capital são limitados, a mão de obra é a despesa mais importante e elevada. Já para Pauletto,(2017), o item aquisição de insumos também se apresenta com alto custo nas duas modalidades de manejo e é, em grande parte, composto pela aquisição de mudas,

adubo e esterco, ferramentas manuais e semi-mecanizadas. O custo de mão de obra foi calculado atendendo se o valor de R\$50,00, diária média da região, os custos de mão de obra na fase de implantação do projeto foram de R\$ 1.200,00 acima dos outros custos, mesmo que este item tenha sido realizado em parte pelo próprio produtor, foi considerada a remuneração do emprego da mão de obra da propriedade, o produtor e sua família não dispunha de pessoas suficientes e que pudessem assumir de forma integral atividades voltadas ao SAF, uma vez que os integrantes da família são crianças. Com a falta de dedicação exclusiva na implantação do Safs, pois o tempo do produtor se dividia entre atividades já realizadas na propriedade, tais como: criação de aves, plantio de mandioca, pesca e venda de frutas externa a sua propriedade, fez necessário chamar mão de obra externa, em todas as fases de implantação do sistema, essa falta de dedicação e conhecimento do produtor em relação as atividades geradas em um Safs impactou diretamente no desenvolvimento e na produtividade, principalmente das espécies bananeira, atacada por pragas e doenças.

Rego, (2016) ao avaliar a viabilidade econômica de SAF's, relata que a limpeza da área com tamanho de 0,6 hectares corresponde à atividade de maior custo, visto que foi utilizado, hora/maq. Resultados semelhantes foram encontrados em estudos realizados por Bentes-Gama *et al.*, (2005), que concluiu que a participação de mão-de-obra correspondeu a mais de 50% dos custos totais de preparo da área. Se não houvesse a participação do produtor os custos com mão de obra do projeto seria elevado uma vez que não dispunha de maquinário, tornando o processo demorado.

Tabela 3 - Custos das atividades de implantação do SAF.

Item	Und	Preço R\$	Quantidade	Valor
INSUMOS				
Combustível	L	5,97	120	716,40
Adubo (cama de frango)	saca	15,00	30	450,00
				1.166,40
FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS				
Mangueira	m	26,00	10	260,00
Boca de lobo	und	115,00	1	115,00
Carrinho de mão	und	160,00	1	160,00
Caixa d'água	und	271,79	1	271,79
Enxada	und	48,28	1	48,28
Pá	und	52,68	1	52,68
Terçado	und	49,72	1	49,72
Alicate de poda	und	21,99	1	21,99
				979,46
MÃO DE OBRA				
Produção e transporte de mundas	d/h	50,00	2	150,00
Limpeza e Marcação da área		50,00	3	150,00
Abertura de Covas, adubação e plantio.	d/h	50,00	10	500,00
Tratos culturais	d/h	50,00	8	400,00
				1.200,00

Fonte: Autora

O custo total gerado pelo SAF estudado (implantação) no período de 1 ano foi de R\$3.345,86, valor inferior ao obtido por Neves (2014), que utilizou 1140 mudas de 40 espécies diferentes, gerando um custo total de implantação do SAF de R\$ 10.372,67, com os maiores valores distribuídos em aquisição de mudas, utilização de maquinários e adubos orgânico.

Bentes-Gama et al. (2005), ao realizar a análise econômica de sistemas agroflorestais na Amazônia ocidental, no município de Machadinho d' oeste- RO, encontrou valores ainda mais elevados na implantação de SAF's com diferentes arranjos. O SAF T1, composto por castanha-do-brasil, banana, pimenta-do-reino e cupuaçu, obteve um custo de R\$18.254,90. Apesar de seu elevado custo de implantação, gerou renda desde o 1º. ano de implantação, se igualando ao SAF estudado nessa pesquisa. É possível que a renda gerada esteja atrelada ao arranjo das espécies que compõe os SAF estudados. O arranjo estudado por este autor se aproxima do arranjo do estudo em questão, uma vez que o autor, também usou espécies arbustivas (pimenta de cheiro) e herbáceas/perene (banana) na implantação do SAF1 analisado.

Ao avaliar o período de manutenção, que o correu a cada três meses durante o ano de vigência do projeto, foi possível verificar que os custos com a mão de obra foram mais elevados (tabela 4), uma vez que todo equipamento, material e insumo adquirido no período de implantação, nesta etapa não é mais contabilizado. Neves (2014) corrobora com os custos apresentados neste período, onde apresenta que na manutenção do sistema, o perfil dos custos se altera em relação à implantação, passando a mão de obra a ser o item mais caro. No primeiro ano de manutenção, representou 80,1% dos custos, devido à necessidade de capina e coroamento das mudas. Já nos estudos realizados por Bentes- Gama et al. (2005), a participação da mão-de-obra nos três SAF foi maior no preparo da área, correspondendo a mais de 50% dos custos totais, ficando a manutenção (tratos culturais) com a segunda maior participação da mão-de-obra em todos os SAF.

As receitas geradas são referentes à venda dos produtos *in natura*, no período de 12 meses. O preço médio do kg da pimenta de cheiro foi R\$ 8,00, da pimenta murupi foi R\$16,00 reais, do maxixe foi R\$10,00 reais e da banana foi R\$7,05 o kg. Na Tabela 2 são descritas as fontes geradoras da receita provenientes do SAF.

Tabela 4 – Receitas provenientes do SAF

Produto	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Receita (R\$)
----------------	----------------	-------------------	-----------------------------	----------------------

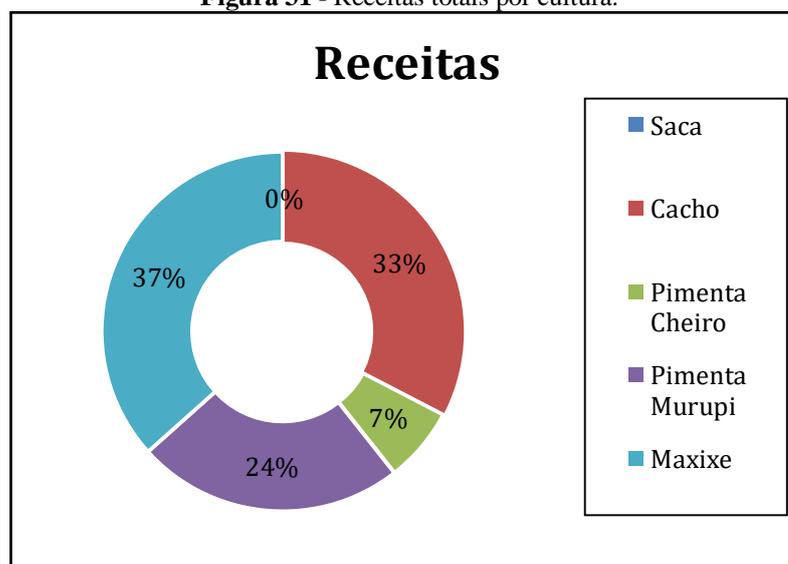
Banana	kg	440	7,05	3.102,00
Maxixe	kg	348	10,00	3.480,00
Pimenta de cheiro	kg	80	8,00	640,00
Pimenta murupi	kg	142	16,00	2.272,00
Receita total				9.494,00

Fonte: Autora

Estes valores de comercialização dos produtos listados na tabela acima variam de acordo com a época de disponibilidade/produção do produto e do local de venda. Constatou-se que a produção do maxixe apresenta resultados economicamente satisfatórios nos demais índices de eficiência econômica, uma vez que a espécie é vendida *in natura*, sem precisar passar por qualquer tipo de tratamento. A pimenta murupi também é vendida *in natura*, mas pode gerar subprodutos diversos, como diferentes tipos de molhos a serem comercializados em feiras locais e pequenos comércios de hortifrutis.

Conferindo os valores de receitas das culturas, o maxixe apresentou maior valor de receita, seguido da pimenta murupi (Figura 31). Entretanto, o rendimento das duas culturas poderia ter sido ainda superior, uma vez que as espécies dependem de água para desenvolvimento e frutificação e houve déficit hídrico durante o processo produtivo. Haveria necessidade de implantação de um sistema de irrigação, o que geraria um custo adicional com insumos. Teixeira (2022), ao analisar sistemas de irrigação utilizados na produção de hortaliças, na comunidade do Aninga, no município de Parintins – Amazonas, afirma que apesar da irrigação ser uma técnica que visa minimizar a falta d'água para a produção agrícola, proporcionar melhor rendimento produtivo e reduzir o custo de trabalho com mão de obra, se indevidamente aplicada e despreparada, pode provocar prejuízos, levando à perda da produção e redução do lucro, pelo aumento do custo de produção.

Figura 31 - Receitas totais por cultura.



Fonte: Autora

De acordo com os resultados dos indicadores de rentabilidade econômica, ao final do 1º ano, tempo de desenvolvimento do experimento, o valor presente líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e a Relação Benefício/Custo (RB/C) foram expressivos e superaram os custos correspondentes do período (Tabela 6).

Tabela 5 - Indicadores de rentabilidade do SAF.

TIR	PAYBACK	VPL	B/C
205,22%	1,0	6.148,14	2,84

Fonte: Autora

Os indicadores econômicos, em um horizonte de 1 ano de SAF, mostraram uma estimativa de renda positiva. A taxa interna de retorno (TIR) apresentou um valor de 205,22% a.a. o que demonstra que o projeto supera o custo de oportunidade de menos de 3% ao ano. Vale ressaltar que essa taxa é o percentual de retorno do capital investido no projeto. O tempo de recuperação do capital (payback) foi de um ano, mostrando que o projeto mesmo com alto custo de implantação, apresenta retorno financeiro em curto prazo.

Este retorno foi calculado através do indicador de resultado valor presente líquido-VPL, que segundo Dossa (2000), é o instrumento mais consistente para análise de investimentos, como também o mais robusto. Para obtê-lo, é preciso ter a soma dos benefícios líquidos, menos os valores de custos anuais do projeto, expresso em reais, atualizados para o instante inicial de implantação, descontado o investimento inicial realizado se houver (financiamento, empréstimo). A partir do cálculo de VPL, foi possível observar que o SAF avaliado apresenta viabilidade financeira com resultado positivo de R\$ 6.148,14, corroborando os resultados de Brito et al. (2017), que obtiveram VPL positivo ao estudar SAF composto por pimenta-do-reino, arroz, açaí, taperebá e cacau no estado do Pará. SILVA et al., (2002) relata que este é um método muito utilizado na avaliação de investimentos florestais, pois considera a variação do capital no tempo.

Os resultados demonstram boa rentabilidade do sistema agroflorestal implantado já no primeiro ano, indicando a potencialidade do uso das espécies como alternativa de produção de alimento e geração de renda para pequenos agricultores (BRASIL, 2017). A relação benefício/custo (B/C) do projeto foi de R\$2,84, ou seja, para cada R\$1,00 investido, o produtor terá lucro líquido o valor de R\$1,84.

Na análise, pode-se perceber que a depender da época e das espécies avaliadas, a receita passa mais por mudança de valores que o custo, uma vez que na região amazônica e na área de implantação do projeto, pequenos agricultores passam por dificuldades nos

períodos de verão e inverno amazônico, o que dificulta os processos de produção ecolheita.

Rocha (2014), ao analisar SAFs multiestratificados utilizados pelos agricultores familiares da comunidade São João município de Marapanim, nordeste do Pará, observou que o valor da viabilidade econômica quase duplica em 20 anos, com o retorno das espécies florestais na produção de madeira, mesmo em áreas pequenas, com pouco custo na implantação e manutenção, já que aproveitam os tratos dedicados às espécies agrícolas consorciadas. Dessa forma é possível afirmar que os Sistemas Agroflorestais (SAFs) são alternativas, viáveis e economicamente eficazes, pois, com a inclusão de árvores nos sistemas, aperfeiçoam a produção, gerando numerosos serviços ambientais e possibilitam renda ao longo do ano, por meio da comercialização dos diferentes produtos obtidos escalonadamente neste agroecossistema (GLIESSMAN, 2001).

Os agricultores do município de Manacapuru relatam que ao utilizarem espécies frutíferas como (cupuaçu, graviola, pupunha e açaí) tiveram um desempenho financeiro mais significativo que os demais produtores da terra de várzea, portanto com um arranjo de SAF economicamente viável e produtivo (SANTOS 2004). Por isso torna-se necessário avaliar, conhecer e saber qual objetivo pretendido com a instalação do SAF, saber se a área é adequada para sua implantação, se há a divulgação de algum projeto entre os produtores locais, e se é possível receber orientação técnica desde o momento de sua implantação. Pois além da renda mensal e anual, vale salientar que a adoção de Sistemas Agroflorestais com uso de espécies perenes pode oferecer uma variedade de produtos, permitindo aos agricultores a diversificação da renda, segurança alimentar, além de recuperação ambiental de áreas que um dia foi degradado no processo de cultivo convencional (ALVES, 2015).

Atualmente, há uma demanda crescente no mercado de pimentas, estimada em 80 milhões de reais por ano. Isso tem estimulado o aumento da área cultivada e o surgimento de agroindústrias em todo o país, o que torna o cultivo da pimenta importante para o Brasil (BRASIL, 2007). No entanto, há poucas informações sobre esse mercado complexo do SAF, que parece muito promissor para a economia brasileira, principalmente para os pequenos produtores. Esta complexidade, portanto, não pode ser simplesmente “copiada” de um local para outro, de um contexto para outro, o que dificulta a avaliação e ampliação desses sistemas de cultivo (ALTIERI et al 2001).

Por isso, é preciso uma visão mais ampla nas escolhas das espécies para composição do SAF, percebendo a floresta como um todo, em sua gama de ecossistemas, capazes de produzir uma diversidade de produtos, não só madeireiros. É preciso pensar

além, na produção não só de casa, móveis e frutos, mas também em produção de sementes, cipós e outros, possibilitando assim uma maior variabilidade econômica, devido a seus baixos custos de implantação, produção, exploração e menor impacto ao meio ambiente. As espécies contidas no SAF desse estudo trouxeram possibilidades de avaliações futuras sobre a diversificação da base produtiva, aliada à geração de alimento, renda e conhecimento do sistema de manejo florestal sustentável de uso múltiplo.

6.4. Incremento na qualidade física e química do solo a partir da implementação do SAF

6.4.1. Atributos físicos do solo

A análise descritiva e o teste de comparação de médias dos atributos físicos avaliados na área de sistema agroflorestal (SAF) e Área Testemunha (AT), estão apresentados na Tabela 6. Avaliando os resultados, foi possível verificar que os valores de média e mediana foram próximos para todas variáveis estudadas, mostrando distribuições simétricas, o que pode ser confirmado pelos valores de assimetria próximos de zero. De acordo com Diggle & Ribeiro (2007), o coeficiente de assimetria e curtose são mais sensíveis a valores extremos do que a média, mediana e o desvio padrão, uma vez que um único valor pode influenciar fortemente o coeficiente de assimetria e curtose, pois os desvios entre cada valor e a média são elevados à terceira potência.

De acordo com a classificação do coeficiente de variação (CV), proposta por Warrick & Nielsen (1980), ambas as áreas apresentam baixo CV ($< 12\%$) em todas as variáveis na profundidade de 0,0 – 0,15 m e de 0,15 – 0,30 m, com exceção da macroporosidade (MaP).

Quanto à aplicação do teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov (KS), teste esse não paramétrico, usado para confrontar uma ou mais amostras umas com a outras, pressupõe uma distribuição normal de dados.

Tabela 6 - Análise descritiva dos atributos físicos do solo na área testemunha e área de SAF's.

Densidade do solo (Ds), porosidade total (Pt), macroporosidade (MaP), microporosidade (MiP) e umidade do solo (Us,) em sistema agroflorestal (SAF) e área testemunha (AT) nas profundidades 0,0 – 0,15 m e 0,15 – 0,30 m.

Estatística descritiva	Areia	Silte	Argila	DS	MaP	MiP	Pt	Ø	RSP	>2 mm	Agregados			
											2 – 1 mm	DMG	DMP	IEA
	g. kg ⁻¹			g. cm ⁻³		m ³ . m ⁻³			Mpa	%	mm		%	
Profundidade 0,0-0,15 m														
Área testemunha														
Média	547,9	89,4	362,8	1,43 a	0,12 a	0,33 b	0,46 b	0,33 b	1,74 a	87,99 a	1,96 a	2,71 a	3,06 a	97,1 a
Mediana	547,9	64,4	383,6	1,43	0,12	0,34	0,45	0,34	1,70	91,80	1,07	2,80	3,14	97,3
DP	30,2	86,9	72,9	0,10	0,04	0,04	0,04	0,04	0,60	12,8	2,19	0,71	0,30	3,77
CV%	5,5	97,2	20,1	7,0	33,3	12,1	8,7	12,1	34,48	14,6	111,7	26,2	9,8	3,9
Assimetria	-0,67	3,45	-3,08	-0,6	0,7	-0,2	0,3	-0,2	0,35	-2,16	1,94	1,74	-1,1	2,21
Curtose	0,82	15,09	12,16	0,1	0,1	-0,8	-0,8	-0,8	0,79	6,96	4,15	8,0	2,59	10,9
K-S	0,07	0,19	0,22	0,09	0,09	0,09	0,14	0,09	0,10	0,23	0,26	0,22	0,24	0,22
Sistema agroflorestal														
Média	538,4	66,5	395,0	1,46 a	0,12 a	0,36 a	0,48 a	0,36 a	1,52 b	90,73 a	1,63 a	2,93 a	3,13 a	98,5 a
Mediana	543,7	65,1	399,2	1,45	0,11	0,36	0,48	0,36	1,53	92,70	1,33	2,83	3,16	97,9
DP	23,1	25,6	19,1	0,08	0,04	0,02	0,04	0,02	0,43	6,20	1,18	0,78	0,18	7,23
CV%	4,31	38,5	4,8	5,5	33,3	5,6	8,3	5,6	28,26	6,8	72,39	26,6	5,8	7,34
Assimetria	0,03	1,11	-0,04	-0,5	0,7	-0,7	0,6	-0,7	-0,40	-0,43	1,11	2,41	0,0	1,14
Curtose	0,07	3,41	-0,12	-0,2	-0,4	-0,1	0,1	-0,1	-0,37	1,51	0,62	9,4	2,96	4,2
K-S	0,11	0,12	0,10	0,11	0,14	0,10	0,10	0,10	0,10	0,14	0,16	0,24	0,15	0,27
Profundidade 0,15-0,30 cm														
Área testemunha														
Média	246,0	521,1	232,9	1,50 a	0,08 b	0,37 a	0,45 b	0,37 a	1,54 a	75,83 a	5,20 a	2,21 a	2,79 a	94,1 a
Mediana	248,1	522,2	227,7	1,50	0,08	0,38	0,45	0,38	1,58	79,86	3,55	2,23	2,86	95,2
DP	26,5	30,3	23,36	0,07	0,03	0,03	0,03	0,03	0,33	19,4	4,02	0,67	0,37	7,06
CV%	10,77	5,81	10,03	4,7	37,5	8,1	6,7	8,1	21,43	25,6	77,31	30,32	13,3	7,50
Assimetria	1,067	0,49	-0,19	-1	1,3	-0,7	0,3	-0,7	-1,07	-1,72	0,64	0,67	-0,8	-0,96

Curtose	6,438	1,00	-0,23	1,2	2,1	1,6	1,1	1,6	2,98	2,60	-0,90	1,80	-0,17	4,1
K-S	0,22	0,11	0,10	0,12	0,17	0,16	0,14	0,16	0,87	0,21	0,17	0,08	0,14	0,21
Sistema agroflorestal														
Média	292,4	444,9	262,6	1,44 b	0,11 a	0,38 a	0,49 a	0,38 a	1,56 a	75,83 a	6,53 a	2,32 a	2,76 a	94,5 a
Mediana	242,9	537,4	225,8	1,44	0,10	0,39	0,48	0,39	1,44	79,86	4,22	2,22	2,85	94,3
DP	102,4	189,4	89,24	0,05	0,06	0,07	0,03	0,07	0,33	19,45	6,86	1,21	0,48	9,75
CV%	35,02	42,57	33,98	3,5	54,5	18,4	6,1	18,4	21,19	25,65	105,1	52,2	17,39	10,32
Assimetria	1,475	-1,47	1,39	-0,2	3,9	-4,0	0,9	-4,0	0,77	-1,72	1,85	3,17	-1,3	2,93
Curtose	0,279	0,33	0,50	-0,4	18,8	18,7	0,1	18,7	0,07	2,60	2,59	14,4	1,79	13,4
K-S	0,43	0,43	0,36	0,08	0,26	0,28	0,17	0,28	0,17	0,21	0,26	0,20	0,17	0,24

DP: desvio padrão, CV: coeficiente de variação (%) e d*: teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov significativo a 5% de probabilidade.

No SAFs foi possível evidenciar maiores teores de areia no solo em relação à AT com profundidade de 0,0 – 0,15 cm (Tabela 7), e baixo valor de silte em ambas as áreas na profundidade 0,00 – 0,15 cm, podendo esse valor estar relacionados ao material de origem e significa que quanto menor o teor de silte maior o grau de intemperismo do solo, apresentando maior percolação da água e baixa capacidade de armazenamento, esse quadro pode ser modificado através do manejo e incremento de matéria orgânica que auxilia na retenção da água (Costa et al., 2016).

Os valores de densidade do solo densidade (Ds) foram muito próximos em ambas as áreas e em todas as profundidades, sem diferença estatística na profundidade de 0,0– 0,15 m. Esses valores de Ds podem estar relacionados ao grau de compactação da área, que antes era pastagem e depois fora introduzida um plantio de bambu, e quando o bambu foi retirado, passou por processos de desbaste e queima, resultando em uma área degradada. Estudos realizados na região Amazônica revelaram o impacto do manejo e sua contribuição para a qualidade física do solo (AQUINO et al., 2014; OLIVEIRA et al.,2015; SOARES et al., 2016). Segundo Vasconcelos et al. (2010;2014), a matéria orgânica do solo influencia o valor de Ds, por um lado devido à melhoria da estabilidade estrutural do solo, e por outro lado devido à sua densidade ser inferior à dos sólidos do solo.

Verificou-se também que nas profundidades de ambas as áreas os valores são estáveis e próximos (Tabela 7), o que foi corroborado no trabalho de Trintinalio et al. (2005), que constata que os valores diferentes de Ds com aumento da profundidade, causam uma redução na Porosidade total (Pt) do solo, visto que, os valores de Pt estão contrariamente relacionado à Ds, uma vez que a mesma aumenta conforme a profundidade, a Pt diminui, esta mesma tendência foi observada por Campos et al. (2011), onde ambos autores citados relacionam estes valores aos elevados teores de matéria orgânica e à intensa atividade biológica na camada mais superficial dos solos.

O valor de média da porosidade total (Pt) indica que a área SAF e a AT são estatisticamente diferentes entre si porque o valor médio da área SAF é superior ao AT, fator que pode afetar diretamente o crescimento das raízes das plantas. Rocha et al (2015) afirmaram que quanto menor o seu valor, maior a limitação para as plantas, e esse fator pode ser intensificado com o aumento do teor de argila, como aconteceu na região do SAF, onde comparado ao AT O teor de argila na área aumentou O teor de argila foi maior em ambas as profundidades, o teor de umidade do solo na profundidade de 15-30cm foi maior (18,4%) e a fração argila CV% do solo nesta área foi maior (33,98,0%). Resultados

semelhantes foram encontrados por Silva et al. Al (2019) no estudo da dinâmica sazonal de nutrientes e propriedades físicas do solo em sistemas agroflorestais.

Na camada de 0,0-0,15 cm de profundidade, os valores de media da Macroporosidade (MaP) não diferiram entre os sistemas. Entretanto, na profundidade 15- 30 cm, o SAF apresentou MaP superior a AT. Quanto aos valores de microporosidade (MiP), na profundidade de 15- 30 o SAF e AT não apresentaram diferença significativa entre si, mas a relação da variável MaP e MiP foi inversamente proporcional, sendo maior os valores para a MiP. Estudo realizado por Goulart *et al*, (2010) apontam que o pisoteio animal promove geralmente um aumento na Ds e na MiP do solo, assim como uma diminuição na taxa de infiltração de água, na MaP e na Pt, principalmente na camada mais superficial. Este resultado pode ser explicado devido ao curto tempo de implantação das culturas, o que ainda não ocasionou mudanças significativas nas características físicas do solo, e dos processos de degradação ocasionados pela forma anteriores de uso e manejo da área. Além disso, o SAF implantado não passou por nenhum processo de preparo com uso de máquinas agrícolas, o que não ocasionou mudanças nas características físicas do solo, explicando assim a predominância de MiP. Segundo Ribeiro et al. (2007) podem ser explicados, também por meio da granulometria dos solos, constituído basicamente pelas frações de areia e silte, tendo particularmente a fração areia composta por areia fina.

Com relação à Estabilidade de Agregados, observou-se que os resultados das medias para as classe > 2,00 e 2-1 mm e para o diâmetro médio geométrico (DMG) e DMP, e IEA não houve estatisticamente diferença significativa entre as áreas, mas vale destacar que a área de SAF, apresentou maior valor de DMP e de DMG na profundidade 0,0 -0,15cm, camada superficial, em comparação a área AT, tais valores podem estar ligado ao sistema radicular das espécies anteriormente presente na área ou pelo processo inicial de implantação do SAF. Resultado de estudo realizado por Baumgärtner (2016) corroboram com os resultados encontrados neste estudo, onde os maiores valores de DMP e DMG foram encontrados na camada superficial, já nas camadas mais profundas esse valor diminui, uma vez que a estabilidade de agregados é um atributo físico que pode se alterar em decorrência de vários fatores, sendo o principal deles a queimada, sendo assim diretamente afetado pelo sistema de manejo utilizado na área. Examinando-se os valores do diâmetro médio geométrico (DMG) e o diâmetro médio ponderado (DMP) (Tabela 7), percebe-se que os valores médios para o DMG variaram entre 2,2 e 2,9 mm, e o DMP variou entre 3,1 e 2,7, sendo que ambas variáveis apresentaram decrescentes valores com a profundidade, bem como os agregados >2 mm e o índice de estabilidade de

agregados (IEA). Altos valores de DMG e DMP caracterizam um solo mais agregado, o que está diretamente relacionado com as condições de manejo adotadas, por meio do aumento e manutenção de agentes cimentantes orgânicos fornecidos pelo SAF, pois segundo Salton et al. (2008), a atividade do sistema radicular das plantas, associado à ausência de revolvimento do solo, contribui efetivamente para formação de macroagregados estáveis no SAF. Como a camada superficial sofre processos de umedecimento e secagem, esses processos também são mais intensos, o que pode contribuir para aumentar a estabilidade de seus agregados, levando à formação de agregados maiores.

6.4.2. Atributos químicos do solo

Os valores de comparação de média e estatística descritiva para os atributos químicos do solo avaliados na área de sistema agroflorestal (SAF) e Área Testemunha(AT) são apresentados na tabela 8. Diante dos valores de CV% encontrados, de acordo com classificação de Warrick e Nielsen (1980), pode-se afirmar que a maioria dos atributos químicos analisados apresentaram de baixa a média variabilidade, com exceção dos atributos cálcio (Ca^{2+}) e sódio (Na^+), na camada de 0,0 – 0,15 m; P na camada de 0,15- 0,30 m da área testemunha e Ca^{2+} , Mg^{2+} , da na camada de 0,0 – 0,15 cm; P na camada de 0,15-0,30 da área de implantação de SAF.

Em relação aos coeficientes de curtose, foi verificado que a maioria dos atributos apresentaram resultados positivos, o que segundo PINO, (2014), indicar assimetria à direita, onde, os maiores valores estão acima da média, exceto o pH do solo, ao qual apresentou valores negativos em diferentes profundidades, seguido pelos atributos Al^{3+} e P, na profundidade 0,00 – 0,15 da AT e o atributo Ca^{2+} na área de SAF na profundidade 0,15-0,30 m.

As áreas estudadas apresentam baixos valores de pH nas duas camadas analisadas, ocorrendo pouca variação entre si, ficando os valores entre 4,40 a 4,71. Resultados parecidos foram encontrados por Campos et al. (2016), ao estudar diferentes manejos no Sul do Amazonas. Segundo Nascimento et al., (2019), estes resultados ocorrem devido à condição natural dos solos ácidos da Amazônia, por decorrência da intensa ação do processo de lixiviação das bases, inteiramente relacionada com o clima tropical, corroborando com os resultados de trabalhos realizados por Moline & Coutinho (2015),

que ao estudar atributos químicos de solos de mata nativa da Amazônia Ocidental, relatou que houve redução mínima de pH em profundidade.

Para Brandão et al. (2010), essa característica reflete a pobreza do material de origem, os quais são submetidos a intenso intemperismo, lixiviação e nessas condições, as cargas negativas e a disponibilidade de nutrientes dependem da fração orgânica do solo. Características essas relatada por Cravo et al., (2012), onde afirma que a alta precipitação da região amazônica e responsável pela lixiviação de nutrientes da camada superficial para o restante do perfil do solo. Fato este corroborado por Mantovanelli et al., (2015), o qual manifesta, que o intenso intemperismo e lixiviação das bases trocáveis, são responsáveis por carrear as bases trocáveis e aumentar a concentração de H⁺ e Al³⁺.

Tabela 7 - Análise Estatística descritiva dos atributos químicos do solo na área testemunha e área de SAFs. pH do solo, teor de cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), sódio (Na), soma de bases (SB,), alumínio(Al) fósforo (P) e carbono orgânico (CO) nas profundidades 0,0 – 0,15 m e 0,15 – 0,30 m.

Estatística descritiva	pH	Ca	K	P	Mg	Na	SB	Al	CO
	H ₂ O	-----mg dm ⁻³ -----			----- cmolc dm ⁻³ -----			g kg ⁻¹	
Profundidade 0,0-0,15 m									
Área testemunha									
Média	4,40 b	0,12 a	0,04 a	0,10 a	0,02 a	0,28 a	1,08a	5,25 a	19,8 a
Mediana	4,45	0,08	0,04	0,08	0,01	0,24	1,04	5,00	17,9
DP	0,26	0,10	0,02	0,05	0,02	0,15	0,19	1,46	5,99
CV%	5,9	83,3	50,0	50,0	100	53,6	17,6	27,8	30,3
Assimetria	-0,08	2,18	1,27	0,79	3,18	1,56	0,40	0,40	0,73
Curtose	-0,64	6,3	1,1	0,9	10,3	3,05	-0,4	-0,66	-0,61
K-S	0,09*	0,20*	0,22*	0,18*	0,32*	0,15*	0,12*	0,19*	0,18*
Sistema agroflorestal									
Média	4,71 a	0,15 a	0,04 a	0,08 a	0,02 a	0,29 a	0,99 b	4,67 a	15,0 b
Mediana	4,68	0,13	0,04	0,06	0,02	0,26	0,98	4,00	15,0
DP	0,17	0,09	0,01	0,05	0,01	0,15	0,11	1,69	1,17
CV%	3,6	60,0	25,0	62,5	50,0	51,7	11,1	36,2	7,80
Assimetria	-0,06	1,94	0,59	2,00	1,53	1,86	0,05	1,97	-0,37
Curtose	0,32	3,9	0,1	4,4	4,9	3,55	0,5	5,28	-0,5
K-S	0,12*	0,26*	0,12*	0,27*	0,18*	0,25*	0,09*	0,23*	0,09*
Profundidade 0,15-0,30 m									
Área testemunha									
Média	4,59 b	0,13 a	0,03 a	0,09 a	0,01 a	0,26 a	1,01 a	2,53 a	11,9 a
Mediana	4,56	0,11	0,02	0,07	0,01	0,24	0,95	2,00	11,6
DP	0,23	0,07	0,01	0,05	0,01	0,11	0,25	1,63	2,12
CV%	5,0	53,8	33,3	55,6	100	42,3	24,8	64,4	17,82
Assimetria	0,38	1,32	2,07	1,31	2,03	1,80	3,26	1,26	0,68
Curtose	-0,50	1,6	4,9	1,3	5,5	4,10	14,4	1,12	-0,4
K-S	0,13*	0,17*	0,28*	0,16*	0,24*	0,16*	0,17*	0,22*	0,12*

Sistema agroflorestal									
Média	4,71 a	0,08 b	0,03 a	0,07 a	0,01 a	0,19 b	0,92 a	1,88 a	13,5 a
Mediana	4,68	0,07	0,02	0,07	0,01	0,19	0,92	2,00	11,9
DP	0,18	0,03	0,01	0,01	0,01	0,03	0,08	0,89	4,68
CV%	3,8	37,5	33,3	14,3	100	15,8	8,7	47,3	34,67
Assimetria	-0,06	0,81	1,75	-0,45	3,88	0,88	1,09	1,65	2,45
Curtose	-0,12	-0,1	3,7	3,0	17,9	1,45	2,0	4,10	5,21
K-S	0,10*	0,17*	0,21*	0,26*	0,34*	0,13*	0,12*	0,32*	0,34*

Fonte: Autora

DP: desvio padrão, CV: coeficiente de variação (%) e d*: teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov significativo a 5% de probabilidade.

Os valores de Ca, Mg, Na e K foram baixos na área estudada, refletindo em uma baixa soma de bases (SB) e baixa saturação por bases (V%), resultados que são justificados pela pobreza de nutrientes do solo, independente da área estudada os resultados da SB foram baixos devido a intensa lixiviação sofre pelo solo estudado não apresentar qualquer tipo de cobertura vegetal, prejudicando assim os atributos analisados, uma vez que os mesmos são constituintes dos minerais dissipados na solução do solo e planta geradora da matéria orgânica, e conseqüentemente de nutrientes.

As médias do teor de carbono orgânico (CO) entre as áreas de SAF e AT diferiram entre si na profundidade 0,00 – 0,15cm apresentando uma maior concentração na superfície de ambas as áreas. Relatos feito por Pezarico *et. al* (2012) indicam que ao longo do tempo, os métodos de preparo do solo, como no caso da lavoura, podem interferir na quantidade de CO e na sua distribuição no solo. E em sistemas mais próximos das condições naturais, como os SAFs, resulta em maior presença de raízes, que são responsáveis pela entrada de substratos de compostos com carbono, promovendo a diversidade de espécies e favorecendo o desenvolvimento microbiano. No entanto o não revolvimento da camada superior da áreas e a recente implantação do SAF não favoreceu a distribuição de CO nas camadas, caso ocorrido neste estudo onde, o teor de CO foi decresceram com o aumento da profundidade em ambas as áreas. Resultados estes semelham-se com valores encontrados por Campos *et al.* (2016) que observaram valores de 12,29 para área de agrofloresta na região sul do Amazonas. Nessa perspectiva as análises das áreas estudadas corrobora com Mascarenhas *et al.* (2017), remete ao estudo em sistemas com culturas perenes, ao ser comparado com área de floresta nativa, com diferentes arranjos espaciais das culturas, os usos e manejos do solo influenciam nos teorese estoques de carbono do solo.

O teor de Al na área testemunha apresentou valor de 1,08 cmolc kg⁻¹ com valores de média diferentes estatisticamente entre as áreas e semelhantes entre a profundidade 0,15-0,30m de ambas as áreas. Os solos apresentam valores de alumínio (Al) mais elevados do que todas as bases trocáveis. Apesar dos valores não serem muito altos, eles representam saturação por alumínio, devido à baixa presença de bases trocáveis, efeito este que tem relação direta com a falta de produção de compostos orgânicos tanto na área cultivada, quanto na área testemunha. Este comportamento também foi constatado por Ciotta et al. (2002), onde o Al trocável pode ser um indicador do efeito do baixo aporte e produção de compostos orgânicos nesse ambiente, que não apresenta capacidade de complexação do Al, pois de acordo com Ferreira et al. (2006), solos com pH inferior a 5 apresentam grande solubilidade de alumínio, causando alta incidência independente da camada.

Ao analisar os teores de fósforo (P), nas áreas estudadas não houve estatisticamente diferença entre as medias, porem a AT se destacou com a maior média na camada superficial 0,00- 0,15 com 5,25 mg kg⁻¹, resultado comum para os solos Amazônicos que sofrem constate alterações físicas, que impactam diretamente na ação de decomposição da matéria orgânica deixando o solo altamente exposto, tendo como consequência descontinuidade dos processos biológicos responsáveis pela ciclagem e fixação de nutrientes como fósforo, principalmente em solos altamente intemperizados (REED et al., 2011). Segundo Junior et al. (2011), este fato ocorre, porque em geral o P dos solos da Amazônia concentra-se na superfície, tornando-se um dos grandes fatores limitantes a produção agrícola, sendo associada à sua baixa mobilidade, a natureza ácida dos solos e a pobreza química do material de origem, uma vez que parte do P se encontra na biomassa vegetal. O sistema de manejo tradicionalmente utilizado na agricultura familiar da região é o de corte e queima, cujas consequências aceleram a perda de fósforo no solo.

Com relação a Soma de Base (SB), a área de SAf e AT na camada superficial de 0,00-0,15 não apresentou diferença significativa, pois os teores das bases trocáveis K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ estatisticamente não apresentaram diferença entre as medias, enquanto na área AT , na profundidade 0,15-0,30 somente Ca²⁺ apresentou diferença significativa entre medias. Machado et al. (2017), também obteve resultados semelhantes onde constatou que na camada de 0,00-0,10 m, os valores de soma de bases foram maiores em áreas de cultivos perenes quando comparados com área de floresta nativa, porém independente da

área pesquisada os resultados da soma de bases foram baixos devido à baixa fertilidade dos solos da região Amazônica.

Segundo baixa fertilidade pode ser corrigida com aplicação de adubação química e com práticas corretivas (calagem), que poderia aumentar a disponibilidade do pH, fornecimento de Ca e Mg, diminuição ou eliminação dos efeitos tóxicos do Al, Mn e Fe, diminuição da “fixação” de P, Corrêa et al., (2011), aumento da capacidade de troca de cátions (CTC) e atividade microbiana do solo Souto et al., (2008). As praticas descritas não foram aplicadas na área, antes e nem durante a implantação do SAF, pelo tempo de pousio necessária para efeito da calagem, por não ter equipamentos necessários para revolvimento do solo após aplicação e por se tratar de custo ao qual o pequeno produtor não poderia suprir. Dessa forma é possível sugerir que o produtor utilize os resíduos gerados na propriedade, criando um processo de compostagem, em consorcio com os adubos bovinose de aves, sendo este ultimo considerado na literatura como o mais completamente. Luz et al. (2009) explicaram que os fertilizantes orgânicos, como o esterco de galinha (cama de frango), são boas fontes de nutrientes, que se bem trabalhados podem suprir parcial ou totalmente o uso de adubos químicos, se usado corretamente. Uma vez que seu uso vem agregar matéria orgânica ao solo, e conseqüentemente trazendo a melhoria das as propriedades físicas e químicas do solo, criando um ambiente favorável para o desenvolvimento da microbiata do solo. Porém, para utilizar, Lima et al. (2006) sugeriu combinar o esterco de galinha com outro material para formar um substrato com boas propriedades físicas.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados mostram que mesmo em pequena escala, o SAF pode ser implantado de maneira que o agricultor possa ter uma boa alternativa de cultivo e uso da terra. Segundo o produtor proprietário da área estudada nessa pesquisa, se tivesse instalado um SAF logo que adquiriu a área, teria melhores resultados, principalmente, com a roça e as culturas perenes, demonstrando assim uma sensibilização para adoção de novas técnicas de cultivo.

De maneira prática e efetiva, o produtor pôde definir a área de trabalho, executar e acompanhar todo o processo de instalação do SAF, levando em conta suas experiências adquiridas ao longo do tempo, tais como, as estações do ano como base norteadora para

instalação do plantio e para a realização das atividades de preparo da área, colheita e manutenção. Apesar do alto custo de mão-de-obra externa, foi possível ser amenizado com a inclusão da mão-de-obra familiar, capaz de gerar renda para aqueles familiares inseridos em uma das fases de implantação e produção do sistema, conseqüentemente, mantendo a tradição da família no local.

Mesmo que o emprego do SAF seja uma opção frequentemente mencionada como uma alternativa viável para o uso da terra na Amazônia, há um conhecimento limitado em muitas regiões sobre a composição da flora, a fitossociologia e aspectos socioeconômicos dos sistemas agroflorestais presentes nas pequenas propriedades rurais da região. Muitas dessas regiões tornam o processo cheio de dificuldades, devido ao deslocamento e chegada de informações, e muitas vezes, a distância do centro consumidor faz com que o produtor entregue a sua mercadoria a terceiros, recebendo um valor abaixo do esperado, fato este ocorrido inicialmente com o produtor da área de estudo. Aliado a dificuldade inicial que o produtor teve em realizar os registros relacionados ao custo do sistema (homens-hora, máquinas-hora e insumos), também da produção das espécies, com este conjunto de registros pode-se ter referências que contribuiriam significativamente com a análise de viabilidade econômica do SAF a médio e longo prazo.

Para a análise de solos, neste primeiro ano implantação do sistema agroflorestal não foi possível evidenciar mudanças significativas em relação aos atributos físicos e químicos, mas foi possível observar a potencialidade do SAF para uso de uma área degradada, e conseqüentemente, sua regeneração. As maiores alterações nos atributos físicos do solo ocorreram na camada mais superficial das duas áreas estudadas (0,00-0,15cm). Na área de SAF, observou-se uma melhora na agregação do solo, afetando a sua densidade e estrutura de poros. É possível que com o estabelecimento do SAF, o acúmulo de matéria orgânica e o revolvimento manual do solo contribuam para reduzir a densidade do solo, não impedindo o desenvolvimento das raízes. Quanto aos atributos químicos, observou-se redução nos valores de Ca, Mg, Na e potássio (K), diferente do Al que apesar dos valores não serem muito altos, representam a saturação por alumínio e de P, observou-se que há uma deficiência deste atributo. Estudos indicam que na produção agrícola, há um prazo de aproximadamente cinco anos para a “construção agronômica” de solos novos para plantios de fins comerciais. Assim, para projetos inseridos em solos que já passaram por processos de degradação a uma maior necessidade de mão de obra que dependem não apenas da

qualificação técnica e nem dos produtores estudados, mas dos diferentes estágios e condição que se encontra o solo.

É preciso salientar que é um desafio desenvolver um estudo que envolva diferentes análises, tendo que integrar umas com as outras, ou seja, solo, meio ambiente e economia, mas ainda validar métodos e escolhas corretas para se aplicar no estudo. Apesar de bons resultados de rentabilidade e diversificação da produtividade, o estudo contou com fatores negativos como a não introdução do processo de irrigação, a falta de informação do produtor referente a iniciativas públicas, e o que seria um SAF com utilização de espécies de pequeno porte, o que facilitaria seu processo de aceitação. O acesso aos órgãos de fomento, principalmente para o pequeno agricultor, abriria opções sobre diferentes tipos de manejo e uso da terra, e sua baixa renda não seria um ponto impeditivo na implantação do SAF.

É preciso promover uma maior participação ativa da comunidade envolvida por meio da pesquisa colaborativa, para estabelecer métodos de manejo que possibilitem conciliar altos níveis de produtividade, fertilidade do solo e rentabilidade com a conservação ambiental, fazendo uso de espécies não madeiráveis.

Desse modo, é possível concluir que o trabalho de pesquisa atendeu aos objetivos propostos. Além disso, uma vez implantado o sistema agroflorestal, houve êxito e vantagens ao agricultor, ao trabalhar com espécies de pequeno porte, perenes e arbustos. O SAF poderá evitar mais desmatamento na área e a recuperação da área já degradada, garantindo renda a curto e longo prazo, além de segurança alimentar e benefícios econômicos à família. É primordial para o sucesso de implementação de SAF, que o produtor torne-se com orientações externas de políticas públicas, uma mão-de-obra qualificada e empenhada no desenvolvimento do sistema agroflorestal, com bom potencial de trabalho acrescido dos benefícios que o Estado pode oferecer a atividade rural no Estado Amazonas, deixando claros os principais desafios enfrentados pela agricultura de implantação SAF.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGENDA GOTSCH. Agricultura Sintrópica. 2018. Disponível em: <<https://agendagotsch.com/pt/>>. Acesso em: 5 abri. 2022.
- ALVES, F. V., LAURA, V. A., ALMEIDA, R. G. Sistemas agroflorestais: A agropecuária sustentável. Brasília: Embrapa. 2015.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONCALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil, Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2014
- AQUINO, R. E.; CAMPOS, M. C. C.; OLIVEIRA, I. A.; MARQUES JÚNIOR, J.; SILVA, D. M. P.; SILVA, D. A. P. Variabilidade espacial de atributos físicos de solos antropogênico e não antropogênico na região de Manicoré, AM. Bioscience Journal. Uberlandia, v. 30, n. 4, p. 988-997, 2014.
- ALMEIDA Everaldo, César Sabogal e Silvio Brienza Júnior Recuperação de Áreas Alteradas na Amazônia Brasileira: Experiências locais, lições aprendidas e implicações para políticas públicas Belém – Pará Setembro, 2006.
- ALVES, F. V., LAURA, V. A., ALMEIDA, R. G. Sistemas agroflorestais: A agropecuária sustentável. -- Brasília: Embrapa. 2015.
- ANTÔNIO, A. DE C. Propriedades de solo II – Textura, cor e porosidade, p 63-67,2009.
- ARCO-VERDE, M. F. Sustentabilidade biofísica e socioeconômica de sistemas agroflorestais na Amazônia Brasileira. 2008. 188 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- ARCOVERDE, M.F.; AMARO, G. Cálculo de Indicadores Financeiros para Sistemas Agroflorestais/. – Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2014. 36 p. (Documentos / Embrapa Roraima, 57).
- BAUMGÄRTNER, LC. Estabilidade de agregados, distribuição e perda de carbono em um Latossolo Vermelho Amarelo sob diferentes manejos no Bioma Amazônia. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Solos) - Universidade Federal do Mato Grosso - Câmpus Sinop. Mato Grosso, 2016. 48p.
- BENTES-GAMA, M.M.; SILVA, M.L.; VILCAHUAMÁN, L.J.M.; LOCATELLI, M. Análise econômica de sistemas agroflorestais na Amazônia ocidental, Machadinho d'Oeste-RO. Revista Árvore, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 401-411, 2005.
- BRANDÃO, P. C.; SOARES, V. P.; SIMAS, F. N. B.; SCHAEFER, C. E. G. R.; SOUZA, A. L.; MENDONÇA, B. A. F. Caracterização de geoambientes da floresta nacional do Purus, Amazônia Ocidental: uma contribuição ao plano de manejo. Revista Árvore, v. 34, n. 1, p. 115-126, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622010000100013>.
- BRIENZA JÚNIOR, Silvio et al. Sistemas Agroflorestais na Amazônia Brasileira: Análise de 25 Anos de Pesquisas. Pesquisa Florestal Brasileira, v. 0, n. 60, p. 67–76, 2009. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/47>.

BARLOW, J.; LENNOX, G. D.; FERREIRA, J.; BERENGUER, E.; LEES, A. C.; NALLY, R. M.; GARDNER, T. A. Anthropogenic disturbance in tropical forests can double biodiversity loss from deforestation. *Nature*. v. 535, p. 144–147, 2016.

BARRETO, P.; AMARAL, P.; VIDAL, E.; UHL, C. Costs and benefits of forest management for timber production in eastern Amazonia. *Forest Ecology And Management*, v. 108, n.1-2, p. 9–26, 1998.

BÖRNER, J. Serviços ambientais e adoção de sistemas agroflorestais na Amazônia: elementos metodológicos para análises econômicas integradas. In: PORRO, R. (Ed.) *Alternativa agroflorestal na Amazônia em transformação*. Brasília-DF: Embrapa Informação e Tecnologia, p. 411-433. 2009.

BOWEN, H.D. Alleviating mechanical impedance. IN: ARKIN, G.F. & TAYLOR, H.M., eds. *Modifying the root environment to reduce crop stress*. 1981. p. 18-57. Michigan.

BRASIL . Decreto no 3.420, de 20 de abril de 2000. Dispõe sobre a criação do Programa Nacional de Florestas (PNF), e dá outras providências. Brasília: Congresso Nacional, 2000b. Disponível em: 12/05/2021.

BRASIL. Decreto Federal nº 97.632, de 10 de abril de 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D97632.htm>. Acesso em: 10 abril. 2021.

BRASIL. Decreto no 5.975, de 30 de novembro de 2006. Regulamenta os Artigos 12, parte final, 15, 16, 19, 20 e 21 da Lei no 727, de 15 de setembro de 1965, o Artigo 4o , inciso III, da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, o Artigo 2o da Lei no 10.650, de 16 de abril de 2003, altera e acrescenta dispositivos aos Decretos nos 3.179, de 21 de setembro de 1999, e 3.420, de 20 de abril de 2000, e dá outras providências. Brasília: Congresso Nacional, 2006c.

BRASIL. Decreto No 7.830, de 17 de Outubro de 2012. Dispõe sobre o Sistema de Cadastro Ambiental Rural, o Cadastro Ambiental Rural, estabelece normas de caráter geral aos Programas de Regularização Ambiental... Brasil, 2012b. Disponível em: <<http://www.car.gov.br/leis/LEI12651.pdf>>. Acesso em: 30 junho. 2021.

BRASIL. Lei 12.651, de 25 de maio 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa... 2012a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>.

BRASIL. Lei nº 12.727 de 17 de outubro de 2012. Altera a Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei no 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2o do art. 4o da Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012. Portal da Legislação: Leis ordinárias. 2014. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12727.htm>.

- CASTRO, A. P.; FRAXE, T. J. P.; SANTIAGO, J. ; MATOS, R. B. ; Pinto, I.C. . Os sistemas agroflorestais como alternativa de sustentabilidade em ecossistemas de várzea no Amazonas. *Acta Amazonica (Impresso)* , v. 39, p. 279-288, 2009.
- CASTRO, Albinei Araujo de et al. Análise econômica de sistemas agroflorestais e sua contribuição para a renda familiar em estabelecimentos agrícolas familiares, São Domingos do Araguaia-PA. 2023. Tese de Doutorado. UFRA-Campus Belém.
- CAMPELLO, E. F. C. et al.. Implantação e manejo de SAF' s na Mata Atlântica: a experiência da empresa agrobiologia. In: sistemas agroflorestais: base científica para o desenvolvimento sustentável. Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006. p.33-42.
- CAMPOS, M. C. C.; RIBEIRO, M. R.; SOUZA JÚNIOR, V. S.; RIBEIRO FILHO, M. R.; SOUZA, R. V. C. C.; ALMEIDA, M. C. Caracterização e Classificação de Terras Pretas Arqueológicas na região do Médio Rio Madeira. *Bragantia (São Paulo, SP. Impresso)*, v. 70, p.18-27, 2011.
- CAMPOS, M. C. C.; RIBEIRO, M. R.; SOUZA JÚNIOR, V. S.; RIBEIRO FILHO, M. R.; ALMEIDA, M. C. Toposequência de solos na transição campos naturais-floresta naregião de Humaitá, Amazonas. *Acta Amazônica*, v. 42, n. 3, p. 387-398, 2012.
- CAMPOS, M. C. C.; SOARES, M. D. R.; NASCIMENTO, M. F.; SILVA, D. M. P. Estoque de carbono no solo e agregados em cambissolo sob diferentes manejos no sul do Amazonas doi:10.4136/ambi-agua.1819 Received: 03 Dec. 2015; Accepted: 23 Feb. 2016.
- CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D.; REIS, E. F.; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, v. 33, p. 147-157, 2009.
- CIOTTA, M. N.; BAYER, C.; HERNANI, P. R.; FONTOURA, S. M.V.; ALBUQUERQUE, J. A.; WOBETO, C. Acidificação de um Latossolo sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 26, n. 4, p. 1055-1064, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832002000400023>
- CORLETT, R.T., Primack, R.B., 2008. Tropical Rainforest Conservation: A Global Perspective, in: Carson, W.P., Schnitzer, S.A. (Eds.), *Tropical Forest Community Ecology*. WileyBlackwell, p. 517.
- CORDEIRO, S. A. Avaliação econômica e simulação em sistemas agroflorestais. Tese de doutorado em Ciências Florestais, UFV, Viçosa – MG, 2010.
- COSTA, A. A. & Oliveira. M. M. (2018). Análise de viabilidade econômica de um Sistema Agroflorestal localizado no município de Parauapebas–PA. Parauapebas, PA:Universidade Federal da Amazônia.
- COSTA, C. D. O.; ALVES, M. C.; SOUSA, A. P. Armazenamento de água em dois solos sob diferentes usos e manejos. *Revista de Ciências Ambientais, Canoas*, v. 10, n. 2, p. 55-65, 2016.
- CUNHA, T. J. F.; MADARI, B. E.; BEMITES, V. M.; CANELLAS, L. P.; NOVOTNY, E. H.; MOUTTA, R. O.; TROMPOWSKY, P. M.; SANTOS, G. A. Fracionamento

químico da matéria orgânica e características de ácidos húmicos de solos com horizonte A antrópico da Amazônia (Terra Preta). *Acta Amazônica*, v. 37, p. 91-98, 2007.

CLIMATE-DATA.ORG. Clima Itacoatiara. 2022. Disponível em:<<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/amazonas/itacoatiara-879515/>> Acesso em: 18 abr. 2022.

CRAVO, M. S.; SMYTH, T. J.; BRASIL, E. C. Calagem em Latossolo amarelo distrófico da Amazônia e sua influência em atributos químicos do solo e na produtividade de culturas anuais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 36, n. 3, p. 895-908, 2012.

DOSSA, D. A decisão econômica num sistema agroflorestal. Colombo: Embrapa Floresta, 2000. 24p. (Circular Técnica, 39).

DANIEL, O., COUTO, L., GARCIA, R., PASSOS, C.A.M. Proposta para padronização da terminologia empregada em sistemas agroflorestais no Brasil. *Revista Árvore*, Viçosa, v.23, n.3, p.367-370. 1999.

DIGGLE, P. J.; Ribeiro, J. R. *Model-based geostatistics*. New York: Springer, 2007. 228p.
DUBOIS, J. *Manual agroflorestal para a Amazônia*. Rio de Janeiro: REBRAAF, 1996. 228p.
EMBRAPA. *Manual de métodos de análise de solo / Paulo César Teixeira ... [et al.]*, editores técnicos. – 3. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2017. 573 p.

EMBRAPA, Zilton José Maciel ... [et al.].-*Manual de identificação de doenças, nematoides e pragas na cultura da bananeira / Brasília : Embrapa, 2017. 60 p. ; il. ; 21,0 cmx 10,0 cm.*

ENGEL, V.L. & J.A. Parrotta. 2003. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: *Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais*. Páginas: 01 - 26 em P. Y.

FEARNSIDE, P.M. 1995. Agroforestry in Brazil's Amazonian development policy: The role and limits of a potential use for degraded lands. In: M. Clüsener-Godt and I. Sachs (Eds.) *Brazilian Perspectives on Sustainable Development of the Amazon Region*. Unesco, Paris.

FREITAS, Alcinete Pacaya. *Levantamento de hortaliças comercializadas no mercado municipal de tabatinga, Amazonas*. 2021

GARRITY, D. P. 2004. Agroforestry and the achievement of the Millennium Development Goals. In: Nair, P. K.; Rao, M. R.; Buck, L. E. (Eds.) *New vistas in agroforestry*. *Advances in Agroforestry 1*, New York: Kluwer, p. 5-17.

GONÇALVES, J.L; de M.; STAPE.J.L; BENEDETTI, V.; FESSEL. V.A.G.; GAVA, J.L. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores. *Nutrição e Fertilização Florestal*. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – IPEF. Cap. 1 , p.1-56, Piracicaba, S.Paulo, 2003.

GÖTSCH, E. *Homem e Natureza: Cultura na Agricultura*. 1a ed. Recife: Recife Gráfica, 1995. 12 p.

HAIR, J. R.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. Análise multivariada de dados. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. Bookman, 211 p. 2005.

JARAMILLO, SIMON VELEZ. La guadua en los grandes proyectos de inversion. In: CONGRESSO MUNDIAL DE BAMBU/GUADUA, 1., Pereira, Colômbia, 1992, Anais..., 1992.

KAISER, H. F. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. *Psychometrika* 23(3):187-200. 1958.

KEMPER, W.D.; CHEPIL, W.S. Size distribution of aggregates. *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Properties, Including Statistics of Measurement and Sampling*, n. methods of soilana, p. 499-510, 1965.

LEI nº 6.938/81. SISNAMA: Sistema Nacional do Meio Ambiente. 1981. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/component/tags/tag/sisnama>. Acesso em 17 04. 21.

LIMA, H. C. de; MEDINA, L. A. Pimenta-murupi (*Capsicum spp.*). Ano de publicação: 1997

MASCARENHAS, A. R. P.; VOLPATO SCCOTI, M. S.; MELO, R. R.; CORRÊA, F. L. O.; DE SOUZA, E. F. M.; ANDRADE, R. A.; BERGAMIN, A. C.; MÜLLER, M. W. Atributos físicos e estoques de carbono do solo sob diferentes usos da terra em Rondônia, Amazônia Sul-Ocidental. *Pesquisa Florestal Brasileira*, [S. l.], v. 37, n. 89, p. 19–27, 2017.

MANTOVANELLI, B. C.; SILVA, D. A. P.; CAMPOS, M. C. C.; GOMES, R. P.; SOARES, M. D. R.; SANTOS, L. A. C. Avaliação dos atributos do solo sob diferentes usos na região de Humaitá, Amazonas. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 58, n. 2, p. 122- 130, 2015. <http://dx.doi.org/10.4322/rca.1822>

MARTINS, SERGIO ROBERTO [et al]. Instrumentos tecnológicos e jurídicos para a construção da sociedade sustentável. In: VIANA, Gilney. SILVA, Marina e DINIZ, Nilo (Org.). *O desafio da sustentabilidade: um debate socioambiental no Brasil*. São Paulo: Perseu Abramo, 2001.

MENDONÇA, E. S.; MATOS, E. S. Matéria orgânica do solo. *Métodos de análises*. Viçosa, MG.

MOLINE, E. F. V.; COUTINHO, E. L. M. Atributos químicos de solos da Amazônia Ocidental após sucessão da mata nativa em áreas de cultivo. *Revista de Ciências Agrárias-Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, v. 58, n. 1, p. 14-20, 2015.

McNEELY, J. A.; SCHERR, S. J. *Ecoagricultura: alimentação do mundo e biodiversidade*. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2009. 459p.

MERTEN, G.H.; MINELLA, J.P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. *Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, v. 3, n. 4, 2004.

NAIR, P.K.R. *An introduction to agroforestry*. 1 ed. The Netherlands, Kluwer, 1993.

NASCIMENTO, J. S.; SANTOS JÚNIR, C. S.; MONTEIRO, M. F. G.; LOPES, P. V. N.; SILVA, Y. P. Monitoramento ambiental Impactos ambientais movidos pelo desmatamento sucessivo da amazônia legal. Brazilian Journal of Development. Curitiba, v. 5, n. 12, p.33157-33167. 2019.

NEVES, Marcos Corrêa; FILHO, Luiz Octávio Ramos; MORICONI, Waldemore; CANUTO, João Carlos; URCHEI, Mario Artemio. Avaliação Econômica da Implantação e Manutenção de um Sistema Agroflorestal com Cultivo Diversificado.2014

NOBRE, C. A.; SAMPAIO, G.; SALAZAR, L. Mudanças climáticas e Amazônia. Ciência e Cultura. v.59 (3), p.22-27. 2007.

NOGUEIRA, A. K. M. & Santana, A. C. (2016). Benefícios socioeconômicos da adoção de novas tecnologias no cultivo do açaí no Estado do Pará. Revista Ceres, 63 (1), 1-7. doi: 10.1590/0034-737X201663010001

OLIVEIRA, I. A.; CAMPOS, M. C. C.; FREITAS, L.; SOARES, M. D. R. Caracterização desolos sob diferentes usos na região sul do Amazonas. Acta Amazônica, Manaus, v. 45, n. 1, p. 1-12, 2015.

PEARSON, T.; S. BROWN; L. MURRAY; G. SIDMAN. Greenhouse gas emissions from tropical forest degradation: an underestimated source. Carbon Balance Management, p. 11, 2017.

PEREIRA, W.; de MELO, W. F. Manejo das Plantas Espontâneas no Sistema de Produção Orgânica de Hortaliças. Circular Técnica da Embrapa Hortaliças. Disponível em: http://bbeletronica.cnph.embrapa.br/2008/ct/ct_62.pdf.

PEREIRA, M. C.T; Salomão, L. C. C; Silva, S. O; Sedyama, C. S; Couto, F. A. D' A; Neto, S. P. S. Crescimento E Produção De Primeiro Ciclo Da Bananeira 'Prata Anã' (Aab) Em Sete Espaçamentos. 2000

PORRO, R.; KANASHIRO, M.; SARMENTO, C.; MANESCHY, R. & OLIVEIRA, V. 2005. Iniciativas promissoras & fatores limitantes para o desenvolvimento de sistemas agroflorestais como alternativa à degradação ambiental na Amazônia. Memórias, Resultados e encaminhamentos. Belém e Tomé-Açú, 19 a 28 de janeiro de 2005. Iniciativa Amazônica, ICRAF, CIAT, Embrapa. 75p.

PEZARICO, C. R.; Vitorino, A. C. T.; Mercante, F. M.; Daniel, O. Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroflorestais. Rev. Cienc. Agrar., v. 56, n. 1, p. 40-47, 2012.

PRECIUS WOODS AMAZON (PWA), Manejo Florestal Sustentável (Resumo Público), Itacoatiara – AM, edição 2019.

REICHERT, J. M.; KAISER, D. R.; REINERT, D. J.; RIQUELME, U. F. B. Variação temporal de propriedades físicas do solo e crescimento radicular de feijoeiro em quatro sistemas de manejo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 44, p. 310-319, 2009.

REED, S., Townsend, A., Taylor, P., & Cleveland, C. (2011). Phosphorus cycling in tropical forests growing on highly weathered soils. *Soil Biol.*, 26, 295–316.

RIBEIRO, K. D.; Menezes S. M.; Mesquita, M. G. B. F.; Sampaio, F. M. T.; PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO, INFLUENCIADAS PELA DE POROS, DE SEIS CLASSES DE SOLOS DA REGIÃO DE LAVRAS-MG. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1167-1175, jul./ago., 2007

ROCHA, J.B., Azevedo, C. M. B. C., Nascimento, M. de N. C. F. ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS EMPRODUTORES FAMILIARES NO MUNICÍPIO DE MARAPANIM, PA. 18º Seminário de Iniciação Científica e 2º Seminário de Pós-graduação da Embrapa Amazônia Oriental. 12 a 14 de agosto de 2014, Belém-PA

RONCATTO, Givanildo et al. Técnica de manejo de plátano D'Angola para espaçamentos e arranjos agroflorestais. 2022.

SALTON, J. C., Mielniczuk, J., Bayer, C., Boeni, M., Conceição, P. C., Fabrício, A. C., & Broch, D. L.. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, vl.32, p.11-21, 2008.

SANGUINO, Antonio Carlos et al. AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NO ESTADO DO PARÍ. *Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, v. 47, n. 1, p. 71-88, 2007.

SANTOS, HUMBERTO GONÇALVES. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos / ... [et al.]. – 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2018. 356 p.

SANTOS, M. J. C. Viabilidade econômica em sistemas agroflorestais nos ecossistemas de terra firme e várzea no estado do Amazonas: um estudo de casos. 2004.

Santana A. C. (2005). Elementos de economia agronegócio e desenvolvimento local. Belém: GTZ; TUD; UFRA.

SILVA, P. T. E.; JUNIOR, S. B.; YARED, J. A. G.; BARROS, P. L. C.; MACIEL, M. N. M. Principais espécies florestais utilizadas em sistemas agroflorestais na Amazônia. *Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, v. 49, n. 1, p. 127-144, 2008.

SILVA, M.A. de.; BARBOSA, J.S.; ALBUQUERQUE, H.N. Levantamento florístico das plantas espontâneas e suas potencialidades fitoterapêuticas: um estudo no complexo Aluizio Campos Campina. Grande – PB. *Revista Brasileira de Informações Científicas*. v.1, n.1, 2010

SILVA, Roseana Pereira Alometria, estoque e dinâmica da biomassa de florestas primárias e secundárias na região de Manaus(AM) / Roseana Pereira da Silva . Manaus :[s.n.], 2007.152 p. : il

SILVA ML, JACOVINE LAG, VALVERDE SR. Economia florestal. 2. ed. Viçosa: Editora UFV; 2008.

SILVA, A. P. DA. Física do Solo. Piracicaba: Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Departamento de Ciências do Solo, p. 49, 2010.

SILVA, E. L. DA. Efeito do manejo do solo sobre atributos físicos e microbiológicos. Tecnologia em Agroecologia. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – Campus São Cristóvão, 2016.

SILVA, G. R.; PAULETTO, D.; SILVA, A. R. Dinâmica sazonal de nutrientes e atributos físicos do solo em sistemas agroflorestais. Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, v. 63, 2020.

SOARES-Filho, R. Rajão, F. Merry, H. Rodrigues, J. Davis, L. Lima, M. Macedo, M. Coe, A. Carneiro, L. Santiago, O mercado brasileiro de comercialização de certificados florestais. PLOS ONE 11, e0152311 (2016).

SOARES, M. D. R.; CAMPOS, M. C. C.; OLIVEIRA, I. A.; CUNHA, J. M.; SANTOS, L. A. C.; FONSECA, J. S.; SOUZA, Z. M. Atributos físicos do solo em áreas sob diferentes sistemas de usos na região de Manicoré, AM. Revista de Ciências Agrárias-Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, v. 59, n. 1, p. 9-15, 2016.

STADLER, Andreia; SILVA, Camila Volpato da; PINZL, Kaciane. Projeto de Recuperação de área degradada no município de Medianeira. 2017.47f.

STATSOFT, Inc. Programa computacional Statistica 7.0. E.A.U. 2004.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMA, G. K.; ADEMIR, F.; TEIXEIRA, W. G. Manual de métodos de análise de solo. – 3. ed., rev. e ampl. – Brasília: Embrapa, p.573, 2017.

TELLO, J. P. J., SOUZA, E. I. A., FEITOSA, F. R. C. RABELO, J. S., GUIMARÃES, M. A. Aspectos socioeconômicos e de comercialização dos vendedores de hortaliças do lado brasileiro da tríplice fronteira (brasil-peru-colômbia). Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.24, n.3, p.275-288, 2015.

TRINTINALIO, J.; TORMENA, C. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, O.; MACHADO, L.; CONSTANTIN, J. Alterações nas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho distrófico por diferentes manejos na entrelinha da cultura da pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). Acta Scientiarum. Agronomy, Maringá, v.27, n.4, p.753-759, 2005.

VASCONCELOS, R. F. B. de; SOUZA, E. R. de; CANTALICE, J. R. B. & SILVA, L. S. Qualidade física de Latossolo Amarelo de tabuleiros costeiros em diferentes sistemas de manejo da cana-de-açúcar. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 18, n. 4, p. 381-386, 2014.

WARRICK, A. W.; NIELSEN, D. R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: Hillel, D. (Ed.). Applications of soil physics. Academic Press, v. 2, p. 319-344, 1980.

WRI Brasil. Sistemas Agroflorestais (SAFs): o que são e como aliam restauração e produção de alimentos. 2021.

YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, v. 19, p. 1467-1476, 1988.

ZANINETTI, R. A.; MOREIRA, A.; MORAES, L. A. C. Atributos físicos, químicos e biológicos de Latossolo Amarelo na conversão de floresta primária para seringais na Amazônia. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v. 51, n. 9, p.1061-1068, 2016.