



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

KELLY DA CONCEIÇÃO PEREIRA SANTOS

**ATRIBUTOS DE FERTILIDADE DOS SOLOS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS
FAMILIARES, NO NORDESTE PARAENSE**

BELÉM, PA
2016

KELLY DA CONCEIÇÃO PEREIRA SANTOS

**ATRIBUTOS DE FERTILIDADE DOS SOLOS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS
FAMILIARES, NO NORDESTE PARAENSE**

Dissertação apresentada junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal Rural da Amazônia, para a obtenção do título de mestre em Ciências Florestais (MsC).

Orientador: Prof. Dr. Osvaldo Ryohei Kato.

BELÉM,PA
2016

KELLY DA CONCEIÇÃO PEREIRA SANTOS

**ATRIBUTOS DE FERTILIDADE DOS SOLOS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS
FAMILIARES, NO NORDESTE PARAENSE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciências Florestais: área de concentração Agroecossistemas da Amazônica, para obtenção do título de Mestra.

Orientador: Prof. Dr. Osvaldo Ryohei Kato

Co-Orientadora: Dra. Débora Veiga de Aragão.

Aprovada em 19 de agosto de 2016

BANCA EXAMINADORA

Dr. Osvaldo Ryohei Kato – Orientador
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL

Dra. Gladys Ferreira de Sousa– 1º Examinador
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL

Dra. Vânia Neu – 2º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA

Dra. Livia Gabrig Turbay Rangel Vasconcelos – 3º EXAMINADOR
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA

*“Sem folha não tem vida,
Sem folha não tem sonho,
Sem folha não tem nada ...”*

AGRADECIMENTOS

Aos Orixás pelas bençãos.

Ao conhecimento, amparo, amor e conselhos de um grande Pai. José Gomes da Silva.

À minha família por todo o apoio, especialmente a minha mãe que através de muita luta contribuiu para que eu concluísse as fases mais importantes da minha vida.

Ao meu noivo, companheiro e amigo Bernard Lago pela paciência, compreensão, incentivo e pelos conselhos que me ajudaram a concluir mais esta etapa da minha vida.

À família Lago, a família Nascimento de Jesus e a família Oliveira, pelo carinho e apoio durante a minha caminhada universitária.

À Ana Paula e a família Medeiros pela paciência e acolhimento durante momentos difíceis.

Ao meu orientador Dr. Osvaldo Kato pela experiência, colaboração e paciência importantes para a conclusão desta dissertação.

À Dra. Débora Veiga de Aragão e ao Dr. Steel Vasconcelos por me auxiliarem na coleta dos dados.

A Embrapa Amazônia Oriental e ao projeto “Transição Produtiva e Serviços Ambientais”, pelo apoio financeiro.

A equipe do Laboratório de Análises Sustentáveis e a equipe do laboratório de Fertilidade do solo.

Aos agricultores e suas famílias pela receptividade e disponibilidade de tempo e informações, essenciais para que esse estudo fosse desenvolvido em suas áreas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo.

Aos amigos Ana Paula, Denise e Anna Karyne pelo apoio incondicional em todos os momentos, pela confiança e por suavizarem os momentos de dificuldade com conselhos, trocas de conhecimento e reuniões descontraídas.

Aos animais pelo amor, lealdade e companheirismo em todos os momentos da minha vida.

À todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Gratidão.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores médios (erro padrão) de pH, alumínio trocável (Al^{+3}), acidez potencial ($H+Al^{+3}$) e saturação por alumínio (m%) em sistemas agroflorestais, no município de Marapanim, Pap. 41

Tabela 2 - Valores médios (erro padrão) de Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K^+), Cálcio (Ca^{+2}), Magnésio (Mg^{+2}) e Sódio (Na^+) em sistemas agroflorestais, no município de Marapanim, Pa.p. 42

Tabela 3 - Valores médios (erro padrão) de Capacidade de troca de cátions (CTC) total (T) e efetiva (t), saturação por base (V%) e teor de Matéria orgânica (M.O.) em sistemas agroflorestais, no município de Marapanim, Pa.p. 45

Tabela 4 - Espaçamento das espécies implantadas no SAF 2002 no município de Tomé-açu, Pa.....p. 57

Tabela 5 - Valores médios (erro padrão) de pH, acidez trocável (Al^{+3}), acidez potencial ($H+Al^{+3}$) e saturação por alumínio (m%) em sistemas agroflorestais, no município de Tomé-açu, Pa.....p. 64

Tabela 6 - Valores médios (erro padrão) de Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K^+), Cálcio (Ca^{+2}), Magnésio (Mg^{+2}) e Sódio (Na^+) em sistemas agroflorestais, no município de Tomé-açu, Pa.....p. 66

Tabela 7 - Valores médios (erro padrão) CTC T (total), CTC t (efetiva), Saturação de base (V%) e Matéria Orgânica (MO) em sistemas agroflorestais, no município de Tomé-açu, Pa.....p. 67

RESUMO

Na Amazônia, a prática de derruba e queima da vegetação secundária para o preparo da área e aumentar a disponibilidade dos nutrientes ofertadas às culturas agrícolas, causa prejuízos a qualidade do solo, aumenta a emissão de gases poluentes e eleva a quantidade de áreas desmatadas. Em virtude da necessidade de reduzir os efeitos negativos oriundos dessa prática foi sugerida a utilização da técnica de corte-e-trituração da capoeira (sem queima) e a implantação de Sistemas Agroflorestais, pois, são alternativas sustentáveis e reduzem o aumento da degradação ambiental. Este estudo foi realizado com o objetivo de demonstrar a importância da substituição de técnicas degradadoras por alternativas que ofereçam benefícios ao ambiente e aos agricultores familiares, mostrar a necessidade de diversificação das áreas de cultivo para manter o sistema sustentável e de denotar a essencialidade do levantamento das informações de fertilidade do solo através da análise de seus atributos químicos. No primeiro capítulo realizou-se uma pesquisa bibliográfica sobre a agricultura familiar, sistemas agroflorestais e atributos químicos do solo na Amazônia, para que assim seja possível analisar a importância dos agricultores familiares e sua relação com a implantação das técnicas alternativas de substituição a degradação. O segundo capítulo foi realizado no município de Marapanim, no estado do Pará, onde se avaliou os atributos químicos de fertilidade do solo em áreas cujo preparo foi com a técnica de corte-e-trituração e corte-e-queima da vegetação secundária, as quais se contrastaram com uma área de capoeira com 30 anos de idade. A análise desses atributos foi feita através da coleta de amostras de solo, as quais foram analisadas de acordo com a metodologia utilizada pelo laboratório da Embrapa. A determinação dos atributos químicos do solo mostrou que a queima da vegetação propiciou aumento do pH, fósforo, cálcio e magnésio além de outros atributos, concluindo-se que a queimada proporcionou benefícios a fertilidade do solo de forma imediata. O capítulo 3 comparou os atributos químicos de fertilidade do solo em um sistema agroflorestal de 14 anos, um sistema agroflorestal de 1 ano e uma área de capoeira de 20 anos de idade, em área do município de Tomé-açu. A análise desses atributos foi feita através da coleta de amostras de solo, as quais foram analisadas de acordo com a metodologia utilizada pelo laboratório da Embrapa. A disponibilidade de nutrientes foi semelhante para as três áreas podendo-se concluir que os Sistemas Agroflorestais oferecem benefícios a fertilidade do solo tal qual uma floresta natural é capaz de oferecer.

Palavras-Chave: agricultura familiar, manejo do solo, Tipitamba.

ABSTRACT

In the Amazon, the practice of slash and burn of secondary vegetation to prepare the area and increase the availability of nutrients offered to agricultural crops, cause damage to soil quality, increases greenhouse gas emissions and increasing the amount of deforested areas. Because of the need to reduce the negative effects resulting from this practice it was suggested to use the slash-and-mulch technique in capoeira (without burning) and the implementation of agroforestry systems therefore are sustainable alternatives and reduce the increasing environmental degradation. This study was conducted in order to demonstrate the importance of replacement degrading techniques for alternatives that offer benefits to the environment and farmers, show the need for diversification of crop areas to keep the system sustainable and denote the essentiality of the survey of soil fertility information by analyzing its chemical attributes. In the first chapter held a bibliographical research on family agriculture, agroforestry and soil chemical properties in the Amazon, so that you can analyze the importance of family farmers and their relation to the implementation of alternative techniques to replace the degradation. The second chapter was conducted in the municipality of Marapanim in the state of Para, where it assessed the chemical soil fertility in areas whose preparation was to slash-and-mulch technique and slash-and-burn of secondary vegetation, which is contrasted with an area with poultry 30 years of age. The analysis of these attributes was made by collecting soil samples, which were analyzed according to the methodology used by the Embrapa laboratory. The determination of soil chemical properties showed that the burning of vegetation increased pH, phosphorus, calcium and magnesium and other attributes, it is concluded that the burned provided benefits to soil fertility immediately. Chapter 3 compared the chemical soil fertility in an agroforestry system 14, an agroforestry system 1 year and a farmyard area of 20-year-old in area of the municipality of Tomé-Açu. The analysis of these attributes was made by collecting soil samples, which were analyzed according to the methodology used by the Embrapa laboratory. The availability of nutrients was similar for the three areas can be concluded that the Agroforestry systems offer benefits to soil fertility just like a natural forest is able to offer.

Key-words: family farming, soil management, tipitamba

SUMÁRIO

RESUMO	
ABSTRACT	
1 CONTEXTUALIZAÇÃO	10
REFERÊNCIAS	12
2 AGRICULTURA FAMILIAR E SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA AMAZÔNIA	
.....	13
RESUMO	13
ABSTRACT	14
2.1 Introdução	15
2.2 Produção familiar e agricultura itinerante no nordeste paraense	16
2.3 Alternativa para a sustentabilidade da agricultura familiar: sistema de corte e	
trituração e sistemas agroflorestais	17
2.4 Agricultura familiar e políticas públicas.....	19
CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
REFERÊNCIAS	23
3 ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO SOB DIFERENTES MÉTODOS DE PREPARO	
DE ÁREA NO MUNICÍPIO DE MARAPANIM, PARÁ	28
RESUMO	28
ABSTRACT	29
3.1 Introdução	30
3.2 Materiais e métodos	32
3.2.1Caracterização da região de estudo	32
3.2.1.1Caracterização da comunidade São João	33
3.2.1.2Histórico da área	33
3.2.2 Descrição do experimento	34
3.2.2.1Análise dos atributos químicos do solo	35
3.2.2.2Procedimentos analíticos	36
3.2.2.3Análise estatística dos dados	40
3.3 Resultados e discussões	40
3.4 Conclusão	46
REFERÊNCIAS	46

4. ATRIBUTOS QUÍMICOS DOS SOLOS EM UM SISTEMA AGROFLORESTAL (SAF) NO MUNICÍPIO DE TOMÉ-AÇÚ, PARÁ.	51
RESUMO	51
ABSTRACT	52
4.1 Introdução	53
4.2 Materiais e métodos	55
4.2.1 Caracterização da região de estudo	55
4.2.1.1 Histórico das áreas	56
4.2.1.2 Histórico das áreas.....	57
4.2.2 Análise dos atributos químicos do solo	58
4.2.2.1 Procedimentos analíticos	58
4.2.2.2. Análise estatística dos dados	63
4.3 Resultados e discussões	63
4.4 Conclusão	68
REFERÊNCIAS	68
CONSIDERAÇÕES FINAIS	72

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Os sistemas de uso da terra praticados pela agricultura familiar na Amazônia são caracterizados pelo manejo dos recursos naturais e dentre eles está a agricultura itinerante ou agricultura de “derruba e queima”, muito praticada para a produção de alimentos (KATO et al., 2008). No entanto, este sistema de agricultura apresenta níveis de sustentabilidade e que decrescem à medida em que as queimadas se repetem e o tempo de pousio é reduzido.

O projeto Tipitamba que surgiu em 1991 com a cooperação entre Embrapa Amazônia Oriental e as Universidades de Bonn e Göttingen da Alemanha, apontou dentre outras desvantagens, a perda da fertilidade do solo e a redução do tempo de pousio das áreas, decorrentes do preparo de área pelo uso do fogo. A partir de então, foi proposto um sistema de cultivo baseado no corte e trituração da capoeira (OLIVEIRA, 2002). Neste método, o solo fica por um longo período coberto pelo material triturado e pode apresentar diversas vantagens, como a redução de infestação por plantas invasoras, favorecer o microclima do solo (KATO et al., 2003) e o aumento do teor de matéria orgânica (SOMMER, 2000).

A utilização de sistemas agroflorestais (SAFs) também é sugerida como alternativa, visto que, são considerados como opções agroecológicas do uso da terra e incluem, na maioria dos casos vantagens que, em geral, superam suas desvantagens, no que se refere aos principais componentes da sustentabilidade, ou seja, o econômico, o social e o ambiental (DANIEL et al., 1999).

Os sistemas agroflorestais apresentam vantagens reconhecidas em relação aos sistemas tradicionais de produção agrícola como: a combinação de produtos de mercado e subsistência, geração de um número maior de produtos e/ou serviços a partir de uma mesma unidade de área, redução da emissão de gases de efeito estufa, favorecem a disponibilização de nutrientes e aumentam as chances de fixação do homem no campo (CARVALHO, 2011). No entanto, para que os benefícios oferecidos pelos SAFs sejam contínuos é necessário que os ecossistemas se mantenham equilibrados (OLIVEIRA e ROCHA, 2012). Os SAFs também resultam na oferta de serviços ambientais como sequestro de carbono, conservação da qualidade do solo, ciclagem de água e nutrientes e manutenção da diversidade biológica em níveis similares aos de ecossistemas naturais.

Os benefícios gerados ao solo pelos SAFs estão ligados ao acúmulo de matéria orgânica e presença de organismos vivos, que são a base para o desenvolvimento vegetativo, e de raízes que aproveitam água e nutrientes mais profundos (Raij, 2011).

A preocupação com a qualidade do solo tem se intensificado, pois, este é um componente que reflete a condição atual do sistema agroflorestral e é fornecedor de nutrientes para as plantas cultivadas (SILVA, 2011). Através do solo verifica-se a influência do manejo dos recursos naturais na sustentabilidade dos sistemas agrícolas, podendo esta ser avaliada através de atributos químicos de fertilidade do solo, que são sensíveis às variações de manejo e facilmente mensurados, sendo importante o acompanhamento da evolução desses atributos para refletir na condição e evolução do sistema e assim ser denominado como indicador de qualidade do solo (FERREIRA, 2005; PEIXOTO, 2008).

A questão central da pesquisa buscou entender qual a influência da prática alternativa de corte e trituração nos atributos químicos do solo, tendo como justificativa desta pesquisa as limitações para o uso dos sistemas agroflorestrais e a necessidade de parâmetros que norteiem sua utilização eficiente e não degradadora de técnicas para a subsistência e sustento da agricultura familiar e demais agricultores.

Como hipótese de estudo admite-se que os atributos químicos da fertilidade do solo são influenciados positivamente com a adoção da prática de corte e trituração auxiliando no acúmulo de energia e nutrientes no sistema.

Esta dissertação foi estruturada em três capítulos: o capítulo 2 denominado de “Agricultura familiar, sistemas agroflorestrais e atributos químicos do solo na Amazônia”, o capítulo 3 denominado de “Atributos químicos do solo submetidos à diferentes métodos de preparo de área no município de Marapanim, Pará, e o capítulo 4, denominado de “Atributos químicos do solo em um sistema agroflorestral (SAF) no município de Tomé-açu, Pará.”

Dessa forma o estudo foi realizado com o objetivo de avaliar os atributos químicos do solo em área de sistemas agroflorestrais sequenciais sem uso do fogo e sistemas agroflorestrais sucessionais no nordeste paraense.

REFERÊNCIAS

- CARVALHO, W. R. de. **Estoque de carbono e fracionamento físico da matéria orgânica do solo sob cultivos de palma de óleo (*Elaeis guineensis*) em sistemas agroflorestais na amazônia oriental**. 2011. 69 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém, 2011.
- DANIEL, O. et al. Proposta para padronização da terminologia empregada em sistemas agroflorestais no Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.23, n.3, p. 367-370, jul-set. 1999.
- FERREIRA, J. M. L. **Indicadores de qualidade do solo e de sustentabilidade em cafeeiros arborizados**. 2005. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas), Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.
- KATO, O. R. et al. Cultivo do milho em sistema de corte e trituração da capoeira na região nordeste do Pará: efeito da época do preparo de área. **Boletim de Pesquisa**, Embrapa Amazônia Oriental, Belém, v. 19, 18 f. 2003.
- KATO, O. R. et al. Alternativas ao uso do fogo no preparo de área para o plantio, com base no manejo da capoeira na Amazônia. In: Seminário O Fogo no Meio Rural e a Proteção dos Sítios do Patrimônio Mundial Natural Do Brasil: alternativas, implicações socioeconômicas, preservação da biodiversidade e mudanças climáticas. **Resumos**, Brasília: Ibama; Unesco, 2008. p. 41-63.
- OLIVEIRA, C.D.S. **Percepção de agricultores familiares na adaptação do sistema de cultivo de corte e trituração**. 2002. 140 f.. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2002.
- OLIVEIRA, D. B.; ROCHA, J. D. S. Instrumentos e mecanismos de pagamento por serviços ambientais na Amazônia. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, Rolim de Moura, v. 1, n. 1, p. 114-119, out. 2012.
- PEIXOTO, M. F. S. **Atributos físicos, químicos e biológicos como indicadores da qualidade do solo**. Aula nº1, curso de Biologia do solo, UFRB, Bahia, 2008. 22 f.
- RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420 p.
- SILVA, Á. R. da. **Sistema agroflorestal sobre cultivo de leguminosas: fertilidade do solo, resistência a penetração e produtividade de milho e feijão-caupi**. 2011. 96 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2011.
- SOMMER, R. **Water and nutrient balance in deep soils under shifting cultivation with and without burnig in the Eastern Amazon**. 2000. 226 p. Dissertação (Doutorado em Agricultural Science) George-August-University, Göttingen (Germany). 2000.

2. AGRICULTURA FAMILIAR E SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA AMAZÔNIA

RESUMO

A agricultura familiar tem como característica principal utilizar a mão de obra dos membros da família e produzir para venda no comércio e consumo interno. Para isso, os agricultores buscam alternativas que lhes permitam aproveitar ao máximo as suas áreas de produção e ao que é plantado a estas. Sistemas agroflorestais (SAFs) permitem diversificar as áreas por meio de diferentes espécies ou culturas, sendo assim a renda é obtida durante o ano todo, garantindo a soberania alimentar e reduzindo os danos ao ambiente. O objetivo deste capítulo é discutir sobre a importância da agricultura familiar, das vantagens de se utilizar os SAFs e da essencialidade da análise dos atributos químicos de fertilidade do solo para atender as necessidades do desenvolvimento dos vegetais. Para atender ao objetivo, este capítulo foi dividido em quatro tópicos: Revisão bibliográfica da contextualização, Agricultura familiar e políticas públicas; Alternativa para a sustentabilidade da agricultura familiar: sistema de corte e trituração e sistemas agroflorestais, e Atributos químicos do solo. Foi observado que os agricultores familiares foram muito importantes na transição do sistema tradicional (corte-e-queima), para as alternativas sustentáveis de corte-e-trituração e Sistemas agroflorestais, sendo que foi observado que embora essas alternativas sejam sustentáveis, conseguindo ser economicamente viáveis, ecologicamente corretas e socialmente justas, é necessário monitorar a disponibilidade de nutrientes que está sendo ofertada às plantas para saber se as necessidades nutricionais do plantio está sendo atendida.

Palavras-Chave: nutrientes, sistemas alternativos, sustentabilidade.

ABSTRACT

Family farming has the main feature using the labor of family members and produce for sale in the trade and domestic consumption. For this, farmers seek alternatives that allow them to make the most of their production areas and what is sown to these. Agroforestry System (AFS) allow diversifying areas through different species or cultures, so the income is earned throughout the year, ensuring food sovereignty and reducing environmental damage. The aim of this chapter is to discuss the importance of family farming, the advantages of using the SAF and the essentiality of the analysis of the chemical soil fertility to meet the development needs of the plant. To meet the goal, this chapter is divided into four topics: Literature review of contextualization, family farming and public policies; Alternative to the sustainability of family farms: cutting and grinding system and agroforestry, and soil chemical attributes. It was observed that farmers were very important in the transition from traditional system (slash-and-burn) for sustainable alternatives to slash-and-mulch and agroforestry systems, and it was observed that though these alternatives are sustainable, managing to be economically viable, environmentally sound and socially just, it is necessary to monitor the availability of nutrients being supplied to the plants to see if the nutritional planting needs are being met.

Key-words: nutrientes, alternative systems, sustainability.

2.1 Introdução

Os responsáveis pela maior parte da produção total de alimentos no município e que integram a produção e o consumo, são os agricultores familiares, visto que consomem seus produtos e comercializam o excedente, (GAZOLLA; SCHNEIDER, 2005).

Os agricultores familiares se caracterizam pela diversificação da produção como forma de garantir sua soberania alimentar durante o ano todo (VERONA, 2010). Para isto Arco-Verde (2008) menciona a utilização das agroflorestas, cujos modelos mais utilizados são a associação de espécies florestais com árvores frutíferas e culturas anuais.

Os Sistemas Agroflorestais constituem sistemas de uso e ocupação do solo em que plantas herbáceas, culturas agrícolas e/ou forrageiras e/ou em integração com animais são manejadas e associadas a plantas lenhosas perenes (árvores, arbustos, palmeiras) em uma mesma unidade de manejo, de acordo com um arranjo espacial e temporal, com alta diversidade de espécies e interações ecológicas entre estes componentes, ABDO et al., (2008).

O uso dos sistemas agroflorestais se intensificou, pois, exercem inúmeras funções tanto para o ambiente quanto para o produtor e dentre essas funções destacam-se a proteção do solo contra erosão, a manutenção da fertilidade do solo, a redução da perda de nutrientes por processos de lixiviação, além da garantia da alimentação das famílias durante o ano todo (HERRAIZ; RIBEIRO, 2013).

Levando-se em consideração que o solo é um componente que reflete a condição atual do sistema agroflorestal, fornece nutrientes para as plantas cultivadas e auxilia em estudos agronômicos, as análises dos atributos químicos de fertilidade do solo são importantes visto que são capazes de indicar, dentre outras informações, a condição da fertilidade do solo e necessidade de suplementação nutricional para os vegetais (SILVA, 2011).

Em se tratando das características químicas do solo, Lopes e Guilherme (2000) se restringem a natureza dos minerais e a disponibilidade de nutrientes no mesmo, tornando assim necessário recomendar as doses de fertilizantes e corretivos agrícolas para seus usos. Os autores citam também, a capacidade de troca de cátions (CTC) e o pH como características físico-químicas que são indicativos para a correção adequada do solo.

O monitoramento dos atributos químicos do solo deve ser realizado em qualquer sistema agrícola, de modo que os resultados das análises possam orientar o manejo mais adequado, (MELO JR, 2014).

Mediante a necessidade do agricultor familiar em manter a sustentabilidade do seu sistema, ou seja, mantê-lo economicamente viável, ecologicamente correto e socialmente justo,

torna-se necessário realizar o estudo dos atributos químicos de fertilidade do solo, pois, estes são consideravelmente fáceis de mensurar, se modificam conforme o manejo utilizado (RESENDE, 2009).

O objetivo desse capítulo é fazer um levantamento bibliográfico para aprofundar os conhecimentos sobre os respectivos tópicos: agricultura familiar, sistemas agroflorestais e atributos químicos de fertilidade dos solos.

2.2 Produção familiar e agricultura itinerante no nordeste paraense

A agricultura familiar pode ser encontrada nas mais diversas regiões e formas, então é possível se reportar à sua essencialidade para a produção de alimentos e geração de empregos à população do meio rural e urbano tendo como exemplo a região norte, que do total de estabelecimentos agrícolas, 82% está atrelado à agricultura familiar, podendo ser considerada uma unidade produtiva organizada (MATOS, 2005 e FINATTO; SALAMONI, 2008).

O conceito de agricultura familiar compreende diferentes interpretações e Abramovay (1997) expressa uma delas: “a agricultura familiar é aquela em que a gestão, a propriedade, e a maior parte do trabalho vêm de indivíduos que mantêm entre si laços de sangue ou de casamento”. A definição é clara e contém três atributos básicos: gestão, propriedade e trabalho familiar.

A propriedade familiar é caracterizada como imóvel rural onde há a interação entre terra, trabalho e família, diferenciando-se para cada região (BLUM, 2001; SILVA e MENDES, 2009). Para estes autores o objetivo desse agrupamento social é o de se inserir e se manter no mercado contemporâneo, caracterizando-se pelo domínio familiar sobre os meios de produção e ainda garantindo a subsistência da família.

É importante mencionar que a agricultura de base familiar inclui desde famílias que sobrevivem e exploram minifúndios até as que estão inclusas no agronegócio modernizado (BUAINAIN, 2006). Essa diferença pode ser explicada pelo histórico a que se remete a agricultura familiar, as heranças culturais, a experiência particular de cada agricultor, o capital existente, ao acesso diferenciado a mercados, assim como as restrições de cada grupo de base familiar.

Ainda que tenha considerável representatividade, a agricultura familiar, segundo Ferreira et al. (2009) vem sendo criticada por suas práticas agrícolas tradicionais de desmatamento e queimadas, o que se deve principalmente pela troca reduzida de experiências entre instituições de pesquisa e as comunidades, além da falta de políticas públicas.

Os pequenos agricultores da região amazônica, através da mão de obra familiar utilizam predominantemente o sistema de corte- e- queima, pela facilidade de limpeza da terra, sendo que a vegetação primária é derrubada e queimada e posteriormente é realizado o plantio de espécies perenes como o milho e a mandioca, que permanecem na área pelo período aproximado de dois anos, Gama (2002). Ao término desses cultivos a área fica em pousio por cerca de três anos, período considerado curto para a regeneração da vegetação e da fertilidade do solo, visto que o recomendado por Kato et al. (2010), são pousios longos (sete a dez anos) para ser sustentável em termos produtivos. Kanashiro e Denich (1998) consideram que as principais funções do pousio são: o aumento do estoque de nutrientes através do acúmulo de biomassa das plantas e o controle das ervas daninhas que invadem a área no período de cultivo.

A disponibilidade de nutrientes é muito afetada pelo sistema de corte e queima, visto que a perda desses nutrientes ocorre pelo processo de volatilização e por consequência os são lixiviados, contribuindo com a redução dos nutrientes nos solos da região amazônica (BRINKMANN e NASCIMENTO, 1973).

Com a finalidade de substituir a agricultura de corte-e-queima para reduzir os danos ocasionados pelo desmatamento e queimada das áreas Chaves et al. (2009) e Altieri e Nicholls (2011) mencionaram os Sistemas agroflorestais (SAFs) para substituí-las, por apresentarem elevada diversidade de espécies vegetais, contribuindo favoravelmente para reestabelecer às funções ecológico-ambientais da área e evitar o êxodo rural, visto que a área explorada é melhor aproveitada e os agricultores não precisam buscar novas áreas.

2.3 Alternativa para a sustentabilidade da agricultura familiar: sistema de corte e trituração e sistemas agroflorestais

Os problemas ocasionados pelo uso da agricultura de corte e queima foram determinantes para que este sistema fosse substituído por técnicas mais sustentáveis para minimizar os efeitos negativos à queima.

O projeto SHIFT Capoeira, atualmente projeto Tipitamba desenvolveu a partir da cooperação técnica entre Brasil e Alemanha métodos de preparo de área que substituíssem o uso do fogo. Dentre as atividades mais realizadas no projeto, pode-se enfatizar o preparo de área através da técnica de corte e trituração do material vegetal (FERREIRA, 2012). Esta técnica segundo Sommer et al., (2000 e 2004) oferece proteção ao solo por meio da cobertura vegetal morta, evita o processo de lixiviação e disponibiliza nutrientes ao longo do tempo,

proporciona recuperação gradual dos solos por apresentar constantes ofertas de nutrientes e carbono, além de conservar no solo as raízes da vegetação secundária.

Os SAFs têm como característica a diversidade de culturas, o que aumenta as fontes de renda, a segurança alimentar e econômica, a recuperação e manutenção da fertilidade através da ação das árvores que acumulam biomassa e carbono, e ainda trazem os nutrientes e água das camadas mais profundas do solo para a superfície através da queda das folhas formando a serapilheira, reduzem os riscos de erosão e perda de nutrientes, além da proteção contra ventos e extremos climáticos (COELHO, 2012).

Associado ao sistema de corte e trituração, a implantação dos sistemas agroflorestais é adotada como alternativa de intensificação da produção em uma mesma área, excluindo a necessidade de preparo de novas áreas para cultivo. Os Safs surgiram em 1970 e sua utilização é muito intensa na região nordeste do Pará, tanto no município de Tomé-açu, quanto no município de Marapanim, onde começaram a ser usados pela agricultura de base familiar desde o ano de 2000, período em que a Embrapa Amazônia Oriental promoveu, através do projeto Tipitamba, o incentivo e apoio a substituição da agricultura itinerante pelo uso do corte e trituração de vegetais, assim como a diversificação das espécies das áreas com espécies que eram de interesse dos agricultores, tudo de forma participativa (FERREIRA et al., 2009).

Segundo o World Agroforestry Centre (ICRAF) os SAFs são classificados segundo a natureza dos seus componentes incluídos e a associação entre eles. Em relação ao arranjo espacial os sistemas são classificados como sequenciais, simultâneos ou complementares sendo que nos sistemas sequenciais os componentes arbóreos e agrícolas estão 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 de área e, nos complementares podem estar associados a sistemas sequenciais ou simultâneos (ENGEL, 1999).

Os SAFs também são classificados como familiares ou comerciais, sendo que o SAF comercial, conhecido como consórcio agroflorestal comercial ou multiestratificado diferencia-se dos sistemas implantados na agricultura familiar pela maior diversificação de espécies em cada área e por ser especificamente voltados aos consumidores ou ao consumo familiar (NAVARRO et al., 2010).

Em SAFs comerciais, Dubois (1996) menciona que em determinadas regiões espécies como o café, cacau, o cupuaçu e a pupunha são muito utilizadas e variam para cada área, tendo em vista que cada espécie exerce uma função importante para o sistema, como as espécies perenes que desempenham a função de sombreamento, produção de madeira, e manutenção e

aumento da fertilidade do solo. Vários arranjos de consórcios são praticados na região amazônica, esses sistemas usualmente incluem herbáceas temporárias (semi-arbustivas ou semi-lenhosas), perenes de rápido crescimento, árvores de pequeno porte, palmeiras finas, árvores de médio porte, e árvores de grande porte (RODRIGUES e ATAÍDE, 2002).

Oliveira et al. (2005) mencionam como característica dos SAFs familiares à alta diversificação das espécies, diferenciando-se das áreas para fins comerciais onde a mistura de espécies perenes, semi-perenes e anuais é feita pelo valor comercial e máximo aproveitamento agrônomo e econômico, não ultrapassando dez espécies.

Independente da classificação dos SAFs, ambos têm como vantagens a conservação do solo, o aumento na disponibilidade dos nutrientes necessários ao desenvolvimento das plantas, o aumento da biodiversidade da área, a proteção da fauna e a recuperação de áreas degradadas além de outras vantagens (SEGUESE, 2006).

A quantidade de nutrientes e o abastecimento de água disponíveis ao solo são influenciados diretamente pelo clima, relevo e matéria orgânica, denotando a essencialidade da avaliação dos atributos químicos do solo para compreender a funcionalidade e sustentabilidade dos recursos (REICHERT et al., 2009; GODINHO et al., 2013). A disponibilidade de nutrientes, se eleva pelo aporte do material senescente do dossel das árvores, principalmente folhas, frutos, flores e galhos, formando a serapilheira (DUARTE, 2007).

No âmbito ecológico, Ribeiro (2012) relata que a diversidade desse sistema reduz as populações de pragas pela geração de inimigos naturais, no entanto, o autor deixa claro que para maximizar o controle de pragas e insetos, é necessário investir em pesquisas que os quantifiquem e identifiquem, especificando os inimigos naturais para evitar danos aos plantios.

2.4 Agricultura familiar e políticas públicas

Do ponto de vista legal o agricultor familiar é aquele que pratica atividades no meio rural e que cumpre os seguintes quesitos: I – não deter área maior do que quatro módulos fiscais; II – utilizar predominantemente mão de obra da própria família nas atividades do seu estabelecimento ou empreendimento; III – a renda familiar ser predominantemente originada de atividades vinculadas ao próprio estabelecimento e IV – o estabelecimento ser dirigido pelo agricultor (a) com sua família (BRASIL, 2006).

Bittencourt e Bianchini (1996) definiram como agricultura familiar toda aquela unidade que tem na agricultura sua principal fonte de renda e que tem como principal força de trabalho empregada, os membros da família, sendo permitido o emprego de terceiros temporariamente,

quando a atividade agrícola necessitar, mas no caso de contratação de mão de obra permanente externa à família, a mão de obra familiar deve prevalecer sendo igual ou superior a 75% do total empregado no estabelecimento rural.

A expressão “agricultura familiar” surgiu no contexto brasileiro a partir de meados da década de 1990 (SCHNEIDER, 2003). Durante décadas os termos comumente utilizados para se referir a esta categoria social eram: pequena produção, agricultura de baixa renda, pequeno agricultor, ou mesmo agricultura de subsistência (COSTA e GONÇALVES, 2012).

O surgimento do termo agricultura familiar ocorreu no ano de 1993, em um seminário sobre políticas agrícolas realizado em Belo Horizonte, organizado pela Confederação Nacional dos Trabalhadores da Agricultura – CONTAG (NAVARRO et al., 2010).

A Agricultura Familiar tem assumido, ao longo do tempo, um papel socioeconômico de grande relevância no âmbito do agronegócio brasileiro (LOURENZANI et al., 2008). Segundo Lourenzani (2006), os agricultores familiares são os que mais geram empregos e fortalecem o desenvolvimento local, pois distribuem melhor a renda, além de serem os responsáveis por uma parte significativa da produção nacional, potencializando a economia dos municípios onde habitam.

Ao comparar o desempenho da agricultura familiar entre os Censos Agropecuários do IBGE de 1996 e 2006, Guanziroli et al. (2012), revela que o número de agricultores familiares aumentou no decênio entre os censos, passando de 4.139.000 para 4.551.855, representando 87,95% do total de estabelecimentos agropecuários do Brasil.

A agricultura familiar no Brasil é composta de diversos subsegmentos que devem ser identificados para que se possa pensar com mais precisão em políticas diferenciadas em relação a este setor (GUANZIROLI et al., 2012). Schneider (2010), nomeou os três grandes subsegmentos da agricultura familiar em: agricultores familiares empresariais – seriam aqueles mais capitalizados e já inseridos nas cadeias de produção agrícola e de exportação; agricultores familiares não empresariais – praticam uma agricultura que está fora das cadeias produtivas e de exportação, sendo sua produção voltada para o autoabastecimento e para os mercados locais e regionais; e os camponeses – praticam uma agricultura voltada para sua subsistência.

Tanto os primeiros quanto o segundo podem ser alvo de políticas tipicamente agrícolas (crédito e preços, por exemplo), enquanto que os camponeses, beneficiam-se mais de políticas agrárias, de educação e saúde do que de políticas agrícolas (GUANZIROLI et al., 2012).

Delgado (2001) definiu política agrícola:

A política agrícola condiciona e regulariza as relações de preços de produtos e de fatores (terra/recursos naturais, mão de obra, meios técnicos e financeiros de produção etc.), as condições de comercialização e de financiamento, os incentivos e subsídios fiscais concedidos, o padrão tecnológico adotado, influencia decisivamente o próprio grau de integração intersetorial (com a indústria e o setor de serviços, por exemplo) e de internacionalização da agricultura. Por sua vez, a política agrária, tem como objetivo tradicional intervir na estrutura da propriedade e da posse da terra prevalecente no meio rural, através de sua transformação ou regularização nas regiões onde a terra já foi historicamente apropriada privadamente (política de reforma agrária) e de sua influência no processo de ocupação de novas terras consideradas – pelas agências estatais ou pelos atores privados – como de fronteira agrícola (política de colonização) (DELGADO, 2001).

O principal instrumento da política agrícola, o crédito rural foi sancionado pela Lei nº. 4.829 (BRASIL, 1965), tendo como objetivos específicos:

I - estimular o incremento ordenado dos investimentos rurais, inclusive para armazenamento, beneficiamento e industrialização dos produtos agropecuários, quando efetuado por cooperativas ou pelo produtor na sua propriedade rural; II – favorecer o custeio oportuno e adequado da produção e a comercialização de produtos agropecuários; III - possibilitar o fortalecimento econômico dos produtores rurais, notadamente pequenos e médios; IV - incentivar a introdução de métodos racionais de produção, visando ao aumento da produtividade e à melhoria do padrão de vida das populações rurais, e à adequada defesa do solo, (BRASIL, 1965).

A década de 1990 marca o início de um conjunto de transformações sociais, econômicas e políticas no Brasil que criam espaço e condições favoráveis à emergência, legitimação e consolidação da agricultura familiar (SCHNEIDER; CASSOL, 2014).

Ao se analisar as políticas públicas realizadas no Brasil, especialmente as políticas agrícolas voltadas à agricultura familiar, conclui-se que essa categoria começou a ser lembrada em 1994 a partir da criação do Provap (Programa de Valorização da Pequena Produção Rural) (SOUZA-ESQUERDO; BERGAMASCO, 2014). O Provap sofreu reformulações em sua concepção, o que foi importante, pois essas modificações deram origem, em 1996, ao Pronaf (SOUZA-ESQUERDO; BERGAMASCO, 2014).

A afirmação da agricultura familiar no cenário social e político brasileiro está relacionada à legitimação que o Estado lhe conferiu ao criar, em 1996, o Pronaf (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar). Esse programa foi formulado como resposta às pressões do movimento sindical rural desde o início dos anos de 1990, surgiu com a finalidade de prover crédito agrícola e apoio institucional às categorias de pequenos produtores rurais que vinham sendo excluídos das políticas públicas ao longo da década de 1980 e encontravam sérias dificuldades de se manter na atividade. Com a criação do Programa

Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar - PRONAF, em 1996, a expressão Agricultura Familiar definitivamente se consagrou (NAVARRO et al., 2010).

Quando foi criado, o Pronaf contava apenas com ações relacionadas ao crédito de custeio, sendo que a ampliação do programa para as linhas de investimentos, infraestrutura e serviços municipais, capacitação e pesquisa, ocorreu a partir de 1997 (SOUZA-ESQUERDO; BERGAMASCO, 2014).

Com o passar dos anos, o Pronaf passou por mudanças institucionais e financeiras, que serviram para melhorar o acesso dos agricultores familiares a esse programa (SOUZA-ESQUERDO; BERGAMASCO, 2014). O volume de recursos sofreu aumentos progressivos desde 1997, significando uma possibilidade concreta de acesso ao crédito a um número maior de agricultores familiares, considerando-se os diferentes graus de inserção nos mercados e as diferentes regiões do País (SOUZA-ESQUERDO; BERGAMASCO, 2014). No Plano Safra de 2014/2015, o volume de recursos disponíveis para a agricultura familiar foi de R\$ 24,1 bilhões (SOUZA-ESQUERDO; BERGAMASCO, 2014).

O Programa de Aquisição de alimentos (PAA) e o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) também são programas importantes voltados para o fortalecimento da agricultura familiar brasileira.

O Programa de Aquisição de Alimentos insere-se no contexto de política pública voltada à agricultura familiar com ênfase na segurança alimentar e nutricional. Foi implantado com o objetivo de incentivar a produção de alimentos pela agricultura familiar, incentivar a comercialização desses produtos e a contribuição para que pessoas em situação de insegurança alimentar e nutricional pudessem ter acesso aos alimentos em quantidade, qualidade e regularidade, ou seja, o PAA alia a política agrícola, enfocando a questão da comercialização, à segurança alimentar e nutricional da população (SOUZA-ESQUERDO; BERGAMASCO, 2014).

O PAA estimula e fortalece a agricultura familiar por meio da utilização de compras governamentais como mecanismo de estímulo e de garantia de melhores preços para os alimentos oriundos da agricultura familiar, criando um mercado institucional para tais produtos (CASTRO, 2014). O Programa de Aquisição de Alimentos foi instituído pelo artigo 19 da lei nº10.696 (Brasil, 2003) e regulamentado pelo Decreto nº 6.447 (Brasil, 2008).

Outro grande avanço para a promoção da agricultura familiar está relacionado ao PNAE (Programa Nacional de Alimentação Escolar). O programa foi criado em 1954 pelo Ministério da Saúde e formalizado em 1955 pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC), objetivando reduzir a desnutrição escolar e, ao mesmo tempo, melhorar os hábitos alimentares dos alunos

(SOUZA-ESQUERDO; BERGAMASCO, 2014). Apesar de historicamente o PNAE apoiar a agricultura familiar, uma vez que adquire alimentos para a alimentação escolar, foi apenas com a Lei n. 11.947 (Brasil, 2009), que se criou um vínculo institucional entre a alimentação escolar e a agricultura familiar local ou regional (SOUZA-ESQUERDO; BERGAMASCO, 2014).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos estudos foi mostrado o quanto a prática de corte e queima da vegetação contribui para o aumento da degradação ambiental, elevando a taxa de desmatamento, reduzindo a biodiversidade das áreas, além de outras desvantagens atreladas a esta prática.

O levantamento bibliográfico sobre os aspectos da agricultura familiar no nordeste paraense, as políticas públicas atreladas a esta e às alternativas sustentáveis de corte e trituração e sistemas agroflorestais em substituição a prática de corte e queima, demonstrou que atualmente as famílias de comunidades rurais tem exercido uma influência muito importante na implementação de práticas sustentáveis.

Nos estudos citados também foi demonstrando a importância de manter a matéria orgânica sobre o solo visando sua proteção e a disponibilidade de nutrientes que serão repassados para as plantas. Sugere-se então, que práticas como o corte e trituração da vegetação individualmente ou em associação com o uso de sistemas agroflorestais sejam amplamente utilizadas pelos empreendedores rurais, como forma de manter a sustentabilidade das áreas de cultivos, elevar a proteção do solo e garantir a subsistência das famílias.

REFERÊNCIA

ABDO, M. T. V. N. et al. Sistemas agroflorestais e agricultura familiar: uma parceria interessante. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, v. 2, p. 50-59, Dez, 2008.

ABRAMOVAY, R. Uma nova extensão para agricultura familiar. In: Seminário Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural, 1997, Brasília, DF. **Anais**. Brasília: PNUD, 1997. p. 222

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. O potencial agroecológico dos sistemas agroflorestais na América Latina. **Revista Agriculturas: experiências em agroecologia**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 2, p. 31-34, jun. 2011.

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, 2008.

BITTENCOURT, G. A., BIANCHINI, V. A agricultura familiar na região sul do Brasil. **Consultoria** UTF/036FAO/INCRA, 1996, 125 p.

BLUM, R. Agricultura familiar: um estudo preliminar da definição, classificação e problemática. **Agricultura familiar: realidades e perspectivas**. Passo Fundo, v. 3, p. 57-104, 2001.

BUAINAIN, A. M. et al. **Agricultura familiar, agroecologia e desenvolvimento sustentável: questões para debate**. IICA, 1. ed. Brasília, DF Costa Rica, 136 f. 2006.

BRASIL.. Lei nº. 4.829 de 05 de novembro de 1965. Institucionaliza o crédito rural. **Diário Oficial [da] União**, Poder Executivo, Brasília, DF, Seção 1, p. 11465, 9 nov. 1965.

BRASIL. Lei nº 10.696 de 2 de julho de 2003. Dispõe sobre a repactuação e o alongamento de dívidas oriundas de operações de crédito rural, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União**, Poder Executivo, Brasília, DF, p. 1, 03 jul. 2003.

BRASIL. Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006. Diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. **Diário Oficial [da] União**, p.1, 25 jul. 2006.

BRASIL. Lei nº 11.947 de 16 de junho de 2009. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar e do Programa Dinheiro Direto na Escola aos alunos da educação básica; altera as Leis nºs 10.880, de 9 de junho de 2004, 11.273, de 6 de fevereiro de 2006, 11.507, de 20 de julho de 2007; revoga dispositivos da Medida Provisória nº 2.178-36, de 24 de agosto de 2001, e a Lei nº 8.913, de 12 de julho de 1994; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União**, Poder Executivo, Brasília, DF, p. 2, 17 jun. 2009.

BRASIL. Decreto nº 6.447 de 07 de maio de 2008. Regulamenta o art. 19 da lei nº 10.696, de 2 de julho de 2003, que institui o programa de aquisição de alimentos. **Diário Oficial [da] União**, Poder Executivo, Brasília, DF, p. 1, 08 mai. 2008.

BRINKMANN, W.L.F.; NASCIMENTO, J.C. de. The effect os slash and burn agriculture on plant nutrients in the Tertiary region of Central Amazonia. **Turrialba**, Costa Rica, v.23, n.3, p.284-290, 1973.

CASTRO, A. A. **Análise econômica de sistemas agroflorestais e sua Contribuição para a renda familiar em estabelecimentos agrícolas familiares, São Domingos do Araguaia-PA**. 2014. 111 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2014.

COSTA, V. G. da; GONÇALVES, A. F. O Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar: uma análise crítica. **Revista Avaliação de Políticas Publicas**, vol. 2, n. 10, p. 93-108. jul-dez. 2012.

CHAVES, A de O. et al. Sistemas agroflorestais como alternativa de produção ecológica. **Acta Amazônica**, Manaus, v.39, n. 2. p.79-288, 2009.

COELHO, G. C. **Sistemas Agroflorestais**. 1ª ed. Editora Rima, 206 p. 2012.

DELGADO, N. G. Política econômica, ajuste externo e agricultura. In: LEITE, Sérgio (Org.). **Políticas públicas e agricultura no Brasil**. Rio Grande do Sul: UFRGS, 2001. p. 15-52.

DUARTE, E. M. G. **Ciclagem de nutrientes por árvores em SAFS na mata atlântica**. 2007. 115 f. Tese (Doutorado em Solos e nutrição de plantas) Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2007.

DUBOIS, J. C. L. **Manual agroflorestral para a Amazônia**. Rio de Janeiro: REBRAF. v 1. 1996. 228p.

ENGEL, V. L. Sistemas Agroflorestais: Conceitos e Aplicações. In: ENGEL, V. L. **Introdução aos Sistemas Agroflorestais**. Botucatu: FEPAF, 1999. 70 p.2.

FERREIRA, J. H. O. et al. Sistemas agroflorestrais na agricultura familiar como alternativa para diversificação da produção e redução de queimadas no nordeste paraense. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, 7., 2009, Luziânia. **Anais...** EMBRAPA, 2009. (CD-ROM).

FERREIRA, J. H. O. **Contribuição da agricultura familiar na construção do conhecimento agroecológico**: estudo de caso do Projeto Raízes da Terra. 2012. 94 f. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

FINATTO, R. A.; SALAMONI, G. Agricultura familiar e agroecologia: perfil da produção de base agroecológica do município de Pelotas/RS. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 20, n. 2, p. 199-217, jun. 2008.

GAMA, M. A. P.; PROCHNOW, L. I.; GAMA, J. R. N. F. Estimativa da acidez potencial pelo método SMP em solos ocorrentes no nordeste paraense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 1093-1097, jul-ago. 2002.

GAZOLLA, M; SCHNEIDER, S. O processo de mercantilização do consumo de alimentos na agricultura familiar. In: **Colóquio Agricultura Familiar e Desenvolvimento Rural**, 1., 2005, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: GEPAD-UFRGS, 2005/2006.

GODINHO, T. de O. et al. Fertilidade do solo e nutrientes na serapilheira em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual. **Ecologia e Nutrição Florestal**, Santa Maria, v.1, n.3, p.97-109, set-dez. 2013.

GUANZIROLI, C. E.; BUAINAIN, A. M.; DI SABBATO, A. Dez anos de evolução da agricultura familiar no Brasil: (1996 e 2006). **Revista de Economia Sociologia Rural**, Brasília, v.50, n.2, p. 351-370. 2012.

HERRAIZ, A. D.; RIBEIRO, P. N. T. Promessas de sustentabilidade Sistemas Agroflorestais de Várzea e de Terra Firme na Calha do Rio Madeira, Sul do Amazonas. **Projeto Fronteiras Florestais**. Humaitá, AM, 2013. Disponível em: <http://www.iieb.org.br/files/2413/6794/8272/Saf_Ipa_site.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2016.

KANASHIRO, M.; DENICH, M. **Possibilidades de utilização e manejo adequado de áreas alteradas e abandonadas na Amazônia brasileira.** MCT/CNPq, Brasília, 1998. 157p.

KATO, O. R. et al. Agricultura sem queima: uma proposta de recuperação de áreas degradadas com sistemas agroflorestais seqüenciais. In: Reunião brasileira de manejo e conservação do solo e da água. 18., 2010, Teresina. **Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil.** Teresina: Embrapa Meio-Norte: Universidade Federal do Piauí, 2010.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. Uso eficiente de fertilizantes e corretivos agrícolas: aspectos agronômicos. 3 ed. revisada e atualizada. Associação Nacional para Difusão de Adubos, **Boletim Técnico**, São Paulo, n.4, 2000.

LOURENZANI, W. L. Capacitação Gerencial de Agricultores Familiares: uma proposta metodológica de extensão rural. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 8, n. 3, p. 313-322, 2006.

LOURENZANI, W. L. A Qualificação em Gestão da Agricultura Familiar: a experiência da Alta Paulista. **Revista Ciência em Extensão.** UNESP, São Paulo. v. 4, n.1. p.62-76, 2008.

MATOS, L. M. S. de. **Agricultura familiar e informação para o desenvolvimento rural nos municípios de Igarapé-Açu e Marapanim.** 2005. 147 f. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2005.

MELO JR. J. G. **Importância da diversidade dos sistemas agroflorestais na sustentabilidade de agroecossistemas familiares na Comunidade Santa Luzia, município de Tomé-Açu/Pará.** 2014. 127 f. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável) - Universidade Federal do Pará. Belém, 2014.

NAVARRO, Z. et al. A agricultura familiar no Brasil: entre a política e as transformações da vida econômica. In: **GAQUES, J. G.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; NAVARRO, Z. (Org.). A agricultura brasileira: desempenhos, desafios e perspectivas.** v. 10, Brasília: IPEA, 2010. p. 185-209.

OLIVEIRA, T. K. de et al. Manejo da fertilidade do solo em sistemas agroflorestais. In: WADT, P. G. S. (Ed.). **Manejo do solo e recomendação de adubação para o estado do Acre.** Rio Branco: Embrapa Acre, 2005. p. 375-412.

REICHERT, J. M. et al. **Solos florestais.** Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Solos. Santa Maria, 2009.

RESENDE, S. C. **Sistemas de Manejo e sucessão de culturas na qualidade do solo nos Tabuleiros Costeiros Sergipano.** 2009. 114 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2009.

RIBEIRO, S. M. **Artropodofauna associada a diferentes sistemas de cultivo de açaizeiro no Nordeste paraense.** 2012. 125 f. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

RODRIGUES, W.; ATAÍDE, I. T. **Sistemas agroflorestais**: “agricultura em andares”. Belém: POEMAR/ Bolsa Amazônia, 2002. (Série Como Fazer, n°2) 31p.

SCHNEIDER, S. Teoria social, agricultura familiar e pluriatividade. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, São Paulo, v. 18, n.51, p. 99-121, fev. 2003.

SCHNEIDER, S. Situando o desenvolvimento rural no Brasil: o contexto e as questões em debate. **Revista de Economia e Política**, São Paulo, v. 30, n.3, jul-set. 2010

SCHNEIDER, S.; CASSOL, A. P. Diversidade e heterogeneidade da agricultura familiar no Brasil e algumas implicações para políticas públicas. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 31, n. 2. p. 227-263, mai-ago. 2014.

SEGUESE, M. A. **Projeto vida no campo**: a vida em harmonia com a natureza. São Paulo, 2006. 5 p. Disponível em: <<http://www.projetovidanocampo.com.br/livros/Agroecologia.pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2015.

SILVA, J. M.; MENDES, E. de P. P. Agricultura Familiar no Brasil: características e estratégias da comunidade Cruzeiro dos Martírios–Município de Catalão (GO). In: XIX Encontro Nacional de Geografia Agrária, São Paulo, 2009, **Anais...** São Paulo: ENGA, 2009, p.1-28.

SILVA, Á. R. da. **Sistema agroflorestal sobre cultivo de leguminosas**: fertilidade do solo, resistência a penetração e produtividade de milho e feijão-caupi. 2011. 96 f. Dissertação (Mestrado Em Produção Vegetal) Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2011.

SOMMER, R. et al. Slash-and-mulch to reduce nutrient losses in shifting cultivation in the Eastern Amazon. In: Seminário sobre manejo da Vegetação Secundária para a Sustentabilidade da Agricultura Familiar. **Anais...** Belém, EMBRAPA Amazônia Oriental/CNPq, 2000. p. 80-82.

SOMMER, R. et al. Nutrient balance of shifting cultivation by burning or mulching in the Eastern Amazon- evidence for subsoil nutrient accumulation. **Nutrient Cycling in Agroecosystems** v.68, n. 3, p. 257-271, mar. 2004.

SOUZA-ESQUERDO, V. F. de; BERGAMASCO, S. M. P. P. Análise sobre o acesso aos programas de políticas públicas da agricultura familiar nos municípios do circuito das frutas (SP). **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba-SP, v. 52, Supl. 1, p. 205-222, 2014.

VERONA, L. A. F. A real sustentabilidade dos modelos de produção da agricultura: indicadores de sustentabilidade na agricultura. **Hortic. bras.**, v. 28, n. 2, julho 2010.

3. ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO SOB DIFERENTES MÉTODOS DE PREPARO DE ÁREA NO MUNICÍPIO DE MARAPANIM, PARÁ

RESUMO

A prática de corte-e-queima da capoeira é uma forma de uso da terra tradicionalmente utilizada na Amazônia que gera muitos danos ao ambiente e ao agricultor, resultando no aumento de áreas desflorestadas com baixa produtividade e baixa fertilidade do solo ambos oriundos de períodos curtos de pousio, tornando o sistema insustentável. Em virtude dessas desvantagens, a busca por alternativas sustentáveis de uso da terra capazes de manter a utilização das áreas por longos períodos, foi crescendo. O projeto Tipitamba apresentou como alternativa a substituição do sistema de corte-e-queima, a técnica de corte-e-trituração da vegetação secundária, considerada uma prática sustentável capaz de atender às necessidades dos agricultores sem agredir ao ambiente. Com o objetivo de avaliar o efeito das diferentes práticas de uso e manejo da terra nos atributos químicos dos solos em diferentes profundidades este trabalho avaliou dois sistemas agroflorestais (SAFs) sequenciais que diferiam no preparo de área (derruba e queima vs. derruba e trituração) e uma área de capoeira como referência. O estudo foi conduzido na comunidade São João, localizada no município de Marapanim- Pará, onde foram coletadas, em Dezembro de 2015, amostras de solo nas profundidades 0-5, 5-10 e 10-20cm, as quais foram analisadas no laboratório da Embrapa Amazônia Oriental. Foi observado que os sistemas de manejo influenciaram significativamente nos atributos químicos do solo nas diferentes profundidades, sendo que a profundidade de 0-5cm foi a qual apresentou as maiores médias para todos atributos químicos do solo, com exceção dos teores de Al^{+3} ($cmolc.dm^{-3}$) e m%. Concluiu-se que o preparo de área que utilizou a queima da vegetação secundária proporcionou de forma imediata, melhoria na fertilidade do solo, o que está relacionado ao fato de que a queima da área foi realizada próxima ao período da coleta das amostras, sendo necessário outras avaliações dos atributos químicos do solo.

Palavras-Chave: agricultura familiar, fertilidade do solo, Amazônia.

ABSTRACT

The practice of slash-and-burn Capoeira is a form of land use traditionally used in the Amazon that generates a lot of damage to the environment and farmers, resulting in the increase of deforested areas with low productivity and low soil fertility both come from short periods fallow, making the system unsustainable. Because of these disadvantages, the search for alternative sustainable land use able to maintain the use of the areas for long periods, was growing. The tipitamba project presented as an alternative to replace the slash-and-burn system, the technique of cut-and-grinding of secondary vegetation, considered a sustainable practice able to meet the needs of farmers without harming the environment. In order to evaluate the effect of different land use practices and land management in the chemical properties of the soil at different depths this work evaluated two agroforestry systems (AFS) sequence that differed in area of preparation (slash and burn vs. Slash and mulch) and a farmyard area as a reference. The study was conducted at the Saint John community, located in the municipality of Marapanim- Pará, which were collected in December 2015, soil samples from depths of 0-5, 5-10 and 10-20cm, which were analyzed in the laboratory of Embrapa Amazônia Oriental. It was observed that the management systems significantly influenced the soil chemical properties at different depths, and the depth of 0-5cm which was presented the highest averages for all soil chemical properties, with the exception of Al^{+3} ($cmolc.dm^{-3}$) e m%. It was concluded that the area of training that used the burning of secondary vegetation provided immediately, improving soil fertility, which is related to the fact that the burning of the area was carried out close to the time of sampling, requiring other assessments of soil chemical attributes.

Key-words: family farming, soil fertility, Amazon

3.1 Introdução

Os agricultores familiares na Amazônia, e em especial no Nordeste Paraense, são vistos como praticantes de uma agricultura de subsistência, na qual prevalece o sistema de corte e queima para o preparo do solo e plantio de roças (OLIVEIRA, 2006). Relativo ao sistema de corte e queima, Hébette (2004) diz que além da baixa produtividade, a lavoura de subsistência (tradicional roça) em minifúndios, sem tecnologias apropriadas, contribui indubitavelmente pela degradação dos solos e a crescente perda de fertilidade dos lugares onde vigora.

Nos solos tropicais e subtropicais, a implantação de sistemas agrícolas de baixa sustentabilidade tem causado um rápido declínio no potencial produtivo dos solos, devido às rápidas perdas de matéria orgânica e à degradação da estrutura do solo (CUNHA et. al., 2009).

Madari et al. (2009) citam que na região Amazônica, a maioria dos solos são pouco agricultáveis apresentando baixa capacidade de troca catiônica e conseqüentemente, baixa fertilidade e potencial produtivo, o que se torna um fator limitante para manter a produtividade e sustentabilidade dos sítios, no entanto, Silveira (2012) cita que mesmo com a limitação nutricional dos solos amazônicos a vegetação se desenvolve por meio do aproveitamento dos nutrientes que são ofertados através da serapilheira ou pela aplicação de fertilizantes e corretivos agrícolas, (Lopes e Guilherme, 2000).

A serapilheira para Barbosa & Faria (2006) e Castro (2010) é também denominada de matéria orgânica, litter ou liteira sendo a camada mais superficial em ambientes florestais formada por folhas, ramos, órgãos reprodutivos e detritos vegetais, capaz de exercer diversas funções e dentre elas a proteção do solo contra temperaturas elevadas e processos erosivos, além de conter sementes que podem germinar e micro fauna capaz de decompor esses materiais, transformando-os em fertilizantes naturais do solo e aumentando os nutrientes disponibilizados a este.

No nordeste paraense, o principal sistema de preparo do solo para a planta, utilizado na agricultura ainda é o método de derruba e queima da vegetação secundária (capoeira), modelo que ocasiona efeitos muito negativos sobre o solo. Mediante aos efeitos negativos dessa prática, um modelo alternativo de agricultura sem queima tem sido testado desde 1995, através de um projeto de cooperação bilateral entre a Embrapa Amazônia Oriental e a Universidade de Gottinger, sendo este modelo denominado como Projeto SHIFT-Capoeira, atualmente conhecido como Tipitamba, com objetivo de eliminar o uso do fogo no preparo do solo através da trituração da biomassa de capoeira (SOUZA et al., 2011).

A adoção de técnicas de manejo sem uso do fogo, que promovam o acúmulo de matéria orgânica e melhorem a ciclagem de nutrientes no sistema, é de grande importância para a sustentabilidade da agricultura familiar na Amazônia (DENICH et al., 2005).

O uso alternativo da técnica de corte e trituração é sugerido por diversas vantagens, dentre elas a flexibilização do calendário agrícola, a redução da possibilidade de incêndios, controle das plantas invasoras e a redução dos investimentos com adubos de médio a longo prazo, pois, a matéria orgânica sobre a superfície do solo favorece a ciclagem de nutrientes, o que não ocorre com a prática da queima (SANTOS, 2006).

Ainda que a biomassa disponibilize nutrientes ao solo é necessário realizar o diagnóstico da disponibilidade de macro e micronutrientes que o compõem, determinando também quais os cátions e os ânions, a relação entre eles e as condições de acidez do meio, associando também o conhecimento das fontes de nutrientes e da necessidade da planta para que se possa recomendar a adubação e obter o retorno econômico desejado (SENGIK, 2003).

A análise dos atributos químicos do solo como forma de avaliar a quantidade de nutrientes disponíveis e estudar seus processos de funcionamento pode inferir se a situação do solo está favorável ao desenvolvimento das plantas que ali serão cultivadas (ARAGÃO et al., 2012).

Os elementos químicos que retratam a qualidade do solo são o pH, Alumínio (Al^{+3}), Cálcio (Ca^{+2}), Magnésio (Mg^{+2}), Potássio (K^{+}), Enxofre (SO_4^{-}), Carbono orgânico (C), Boro (B), Manganês (Mn^{+2}) e também o estudo da matéria orgânica, pois, ela se relaciona a diversas propriedades físicas, químicas e biológicas (REICHERT et al. 2003; SILVA, 2011). Para Aragão et al. (2012) esses atributos são responsáveis pelos processos naturais do funcionamento do solo e seu monitoramento é fundamental para orientar os produtores agrícolas a gerenciarem suas áreas de forma mais produtiva e sustentável.

Dessa maneira, o presente estudo tem por objetivo avaliar o efeito do sistema de corte e trituração da biomassa e de corte e queima da capoeira, na disponibilidade de nutrientes em solos do município de Marapanim, Pará.

3.2 Materiais e métodos

3.2.1 Caracterização da região de estudo

O estudo foi realizado na Comunidade São João, no Município de Marapanim, situado no nordeste do Estado do Pará na Zona Bragantina. A comunidade fica distante cerca de 90 km da sede municipal e 18 km do município, Igarapé-Açu (Figura 1). O solo é classificado como Argissolo Amarelo Distrófico com textura variando de arenosa a média (EMBRAPA, 2006). O clima da região é quente e úmido, do tipo Ami segundo a classificação de Köppen, com temperaturas médias anuais oscilando em torno de 26°C, podendo no período seco (outubro a novembro) chegar a 31°C. A umidade relativa do ar varia de 80 a 85% e a precipitação média anual é de aproximadamente 2.000 mm, com maiores médias entre os meses de março e abril e menores entre os meses de setembro e outubro (BASTOS; PACHECO, 1999).

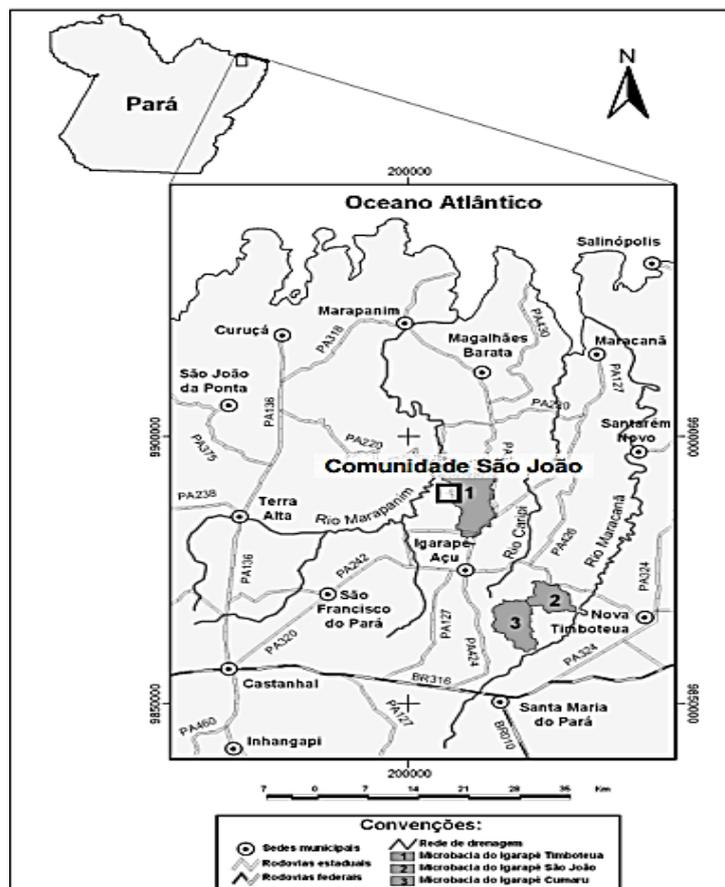


Figura 1 - Localização da região de estudo.

Fonte: Adaptado de WATRIN, GERHARD e MACIEL, 2009.

3.2.1.1 Caracterização da comunidade São João

A comunidade São João está situada no município de Marapanim, possuindo como coordenadas geográficas 01,° 00,' 41,4'' de latitude Sul e 47,° 38,' 38,7'' de longitude a oeste de Greenwich. Este município tem uma população de 24.718 habitantes (IBGE, 2002), distribuídos entre zona rural (62%) e urbana (38%); compõe a microrregião do Salgado, que tem uma área de 7.514,3 km² (SUDAM, 1996) e apresenta 55 % de sua população (que é de 215.774 habitantes) no meio urbano (IBGE, 2002).

O município de Igarapé-Açu, encontra-se a 110 km a leste de Belém, na região Bragantina, no estado do Pará, entre as coordenadas 0° 55' e 01° 20' S e 47° 20' e 47° 50' W, sendo o município mais próximo da comunidade (SANTOS, 2006).

O histórico de ocupação da comunidade São João está relacionado a dois acontecimentos: “Invasão Ferro Costa” e “Invasão Padre João. A “Invasão Ferro Costa” se iniciou em 1986 com o movimento de 42 (quarenta e dois) trabalhadores que moravam em Igarapé-açu e por não possuírem terras próprias ocuparam a fazenda do Deputado Federal Ferro Costa. Em 12 de outubro de 1996, foi fundada a ocupação Ferro Costa, formada por agricultores sem terra que moravam principalmente no município de Igarapé-Açu, mas também que moravam em Marapanim e em municípios vizinhos para ocuparem a fazenda do Padre João, área conhecida na comunidade por “Invasão Padre João”, (OLIVEIRA, 2002). Segundo este autor os limites da comunidade São João foram definidos a partir da ocupação da Fazenda Padre João. O autor acima cita também que em 28 de dezembro de 1996, foi fundada a Associação Comunitária Rural de São João (ACRSJ) como forma de organizar e estimular o desenvolvimento comunitário através das potencialidades locais.

3.2.1.2 Histórico da área

As áreas deste município têm em seu histórico a utilização frequente da técnica de derruba e queima, o que também caracteriza os sistemas de manejo do agricultor, na qual este estudo está inserido. Segundo Ferreira et al. (2009), no ano de 2005 a agricultura de corte e queima começou a ser substituída, através do Projeto Raízes da Terra, que em parceria com o projeto Tipitamba da Embrapa implantaram unidades demonstrativas, cujo preparo era realizado através do sistema de corte e trituração da capoeira.

O projeto Raízes da Terra tem como principal financiador o Ministério do Meio Ambiente (MMA), e surgiu da necessidade de validar técnicas sustentáveis para substituir a agricultura de derruba e queima. Este, em associação ao projeto Tipitamba, desde o ano 2000, busca alternativas agroecológicas sustentáveis como a utilização de sistemas agroflorestais e o uso da técnica de corte e trituração, (FERREIRA, 2012). A autora concluiu em seu estudo que processo de construção do conhecimento agroecológico praticado pelo grupo do Projeto Raízes da Terra contribui para o desenvolvimento de uma agricultura de base agroecológica.

Na técnica de corte e trituração a vegetação é triturada a uma altura de 5-10 cm do solo, para que não haja o revolvimento profundo do solo e conseqüentemente não comprometa a regeneração da capoeira, que se dá pelos tocos e raízes que permanecem na área, e garantem a rebrota da vegetação natural (KATO et al., 2010).

A área total do agricultor, a qual foi utilizada, tinha aproximadamente 17 hectares. A principal cultura cultivada era a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), embora fossem plantados também, feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) e milho (*Zea mayz* L.), sendo que estes eram produzidos para o consumo da família, enquanto que a mandioca era para consumo e venda na forma de farinha.

3.2.2 Descrição do experimento

O experimento consistiu de dois tratamentos de preparo de área (corte e queima e corte e trituração), tendo uma área de capoeira com 30 anos de idade como referência (Figura 2).

A área do sistema tradicional (que envolve a derruba e queima da vegetação secundária no preparo de área) estava em pousio por 4 anos, foi derrubada em Novembro de 2014 e queimada em dezembro do mesmo ano, sendo que posteriormente a queima foi plantado e adubado o milho (*Zea mayz* L.) com espaçamento de 1 m x 0,5 m e posteriormente foi cultivada mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) com espaçamento de 1 m x 1 m.



Figura 2 – Uso, cobertura e perfil do solo da comunidade São João, Marapanim. A: Preparo de área com derruba e queima; B: Preparo de área com derruba e trituração e C: Área de capoeira

Fonte: Autor

3.2.2.1 Análise dos atributos químicos do solo

Foram coletadas 4 amostras compostas de 10 amostras simples em cada tratamento, nas profundidades 0–5, 5–10 e 10–20 cm. As amostras foram armazenadas em sacos plásticos identificados de acordo com seu tratamento, sendo encaminhadas ao Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental para análise dos atributos químicos do solo.

Para a obtenção de TFSA as amostras foram secas em temperatura ambiente e destorroadas com o auxílio de uma peneira com malha de 2mm. A análise química segue a metodologia da EMBRAPA (1998). Para verificar o efeito dos sistemas de manejo nos atributos químicos do solo foram determinados valores de pH em água, nitrogênio total (N total), teores de fósforo (P), potássio (K^+), cálcio (Ca^{+2}), magnésio (Mg^{+2}), sódio (Na^+), alumínio (Al^{+3}), $H^+ + Al^{+3}$, saturação de base (V%), saturação de alumínio (m%), matéria orgânica (MO), CTC total (CTC T) e efetiva (CTC t).

3.2.2.2 Procedimentos analíticos

Baseado nos procedimentos analíticos realizados pela EMBRAPA (1998), tem-se a descrição das análises laboratoriais.

Para medir a concentração efetiva dos íons H^+ misturou-se 10cm³ de solo (em forma de Terra fina seca ao ar (TFSA)) com 25ml de água deionizada, agitando a mistura com bastão de vidro de forma individual, deixando as amostras em repouso por uma hora.

A leitura do pH foi realizada com o Potenciômetro com eletrodo combinado, que é aferido trinta minutos antes da leitura das amostras, com soluções padrão pH 4,00 e pH 7,00 que são preparadas conforme a orientação dos fabricantes.

Depois do período de repouso das amostras, elas são novamente agitadas com o bastão de vidro, e o eletrodo do aparelho é mergulhado na suspensão homogeneizada, efetuando-se a leitura do pH.

Para a análise dos atributos Ca^{+2} , Mg^{+2} e Al^{+3} é colocado em erlenmeyer de 125ml, 10cm³ de solo em forma de TFSA, adicionando solução de KCl 1M, sendo estas amostras colocadas em um agitador horizontal circular por cinco minutos para serem homogeneizadas e deixadas em repouso por uma noite.

O teor de $Ca^{+2} + Mg^{+2}$ foi analisado através do método de espectrofotometria de absorção atômica (EAA) utilizando-se para isto o extrato mencionado acima e solução de lantânio. Os valores de $Ca^{+2} + Mg^{+2}$ foram analisados pelo Espectrofotômetro de absorção atômica (EAA) e se dão pelas igualdades:

$$cmolc \text{ de } Ca^{+2} / dm^3 = C1 \times 2,5$$

onde:

C1 = concentração (mg/litro) de Ca^{2+} na solução analisada

$$cmolc \text{ de } Mg^{+2} / dm^3 = C2 \times 4,115$$

onde:

C2 = concentração (mg/litro) de Mg^{+2} na solução analisada

A análise do Cálcio trocável (Ca^{+2}) se deu pelo Método complexométrico com o emprego do EDTA e ácido calconcarbônico, onde a titulação foi feita com sal dissódico de EDTA 0,0125M, e quando houve a viragem do tom róseo para o azul puro foi verificado o número de mililitros de EDTA gastos na titulação para realizar o cálculo que foi definido pela igualdade:

$$cmol \text{ de } Ca^{+2} + Mg^{+2} / dm^3 \text{ de TFSA} = ml \text{ de DTA } 0,0125M \text{ gastos na titulação}$$

Então o teor de Ca^{+2} existente na amostra é dado pela igualdade:

$$cmolc \text{ de } Ca^{+2} / dm^3 \text{ de TFSA} = ml \text{ de EDTA } 0,0125M \text{ gastos na titulação}$$

O teor de Mg^{+2} foi definido pela diferença entre as duas titulações anteriores:

$$cmolc \text{ de } Mg^{+2} / dm^3 \text{ de TFSA} = cmolc \text{ de } Ca^{+2} + Mg^{+2} / dm^3 - cmolc \text{ de } Ca^{+2} / dm^3$$

O teor de alumínio foi analisado pelo Método volumétrico por titulação com hidróxido de sódio, após a extração do Al^{+3} do solo por KCl 1M e é definido pela igualdade:

$$cmolc \text{ de } Al^{+3} / dm^3 \text{ de TFSA} = ml \text{ de NaOH } 0,025M \text{ gastos na titulação}$$

Para análise do nitrogênio foram pesadas 0,5g das amostras de solo em forma de Terra fina seca ao ar. Seu teor foi determinado pelo método Kjeldahl.

Este método é processado em duas etapas: a digestão sulfúrica e a destilação do material digerido. Inicialmente há a conversão do N orgânico existente nas amostras em NH_4^+ através da digestão sulfúrica, e sua dosagem se dá através da quantificação de NH_3 liberada por meio do processo de destilação do digerido em meio alcalino.

Além da digestão por H_2SO_4 (ácido sulfúrico) acrescentou-se uma mistura catalisadora composta por Na_2SO_4 , $CuSO_4$ e Selênio metálico, sendo o primeiro composto responsável por

elevar o ponto de ebulição do ácido sulfúrico e as demais atuam como catalisadores na oxidação da matéria orgânica. A digestão foi realizada por aproximadamente uma hora, em um bloco digestor com temperatura superior a 360° e inferior a 410° visto que pode ocorrer perda de NH₃.

Posterior a essa etapa as amostras foram destiladas em um destilador de arraste de vapor, onde foi utilizado solução alcalina de NaOH 40% sob injeção de vapor de água para desprender a NH₃ que é arrastada através do destilador e é coletada através de uma solução indicadora mista em ácido bórico (H₃BO₃), a qual ao se dissociar e reagir com o NH₃ origina o borato de amônio, modificando sua coloração para o tom azul, indicando que o processo de destilação se completou.

A quantidade de NH₃ foi determinada através do processo de titulação com solução ácida padrão até a mudança de coloração do azul para o róseo, visto que quanto maior a quantidade de H₃BO₃, maior a quantidade de NH₃ estimando-se assim os valores desse composto.

Para descrever o valor de Nitrogênio total da amostra calcula-se:

$$N (g /kg) = a - b$$

Onde:

a = ml de ácido 0,01 N na amostra

b = ml de ácido da prova em branco.

Os teores de fósforo, potássio e sódio foram feitos através da solução extratora de Mehlich1, que é constituída por uma mistura de HCl 0,05M + H₂SO₄ 0,0125M.

O teor de fósforo disponível foi determinado espectroscopicamente, através da leitura da intensidade da cor do complexo fosfomolibdico produzido pela redução do molibdato com o ácido ascórbico. O cálculo do teor de fósforo assimilável se deu pela conversão da leitura efetuada no aparelho em mg de P/dm³ de solo através da reta padrão e de acordo com a expressão:

$$mg \text{ de } P/dm^3 \text{ na TFSA} = \text{leitura} \times 10Fp.$$

O teor de potássio (K⁺) e sódio (Na⁺) trocáveis foram definidos com o auxílio do fotômetro de chama, sem necessitar de cálculos para a determinação, enquanto que a

determinação da acidez potencial ($H^+ + Al^{3+}$) foi realizada com o auxílio do extrator acetato de cálcio 0,5M pH 7,1-7,2 pelo método de titulação NaOH 0,025M, usando 3 gotas de fenolftaleína a 10g/l como indicador.

O teor de $H^+ + Al^{3+}$ existente na amostra é dado pela igualdade:

$$cmolc \text{ de } H^+ + Al^{3+} / dm^3 \text{ de TFSA} = (L - Lb) \times 1,65$$

onde:

L = número de mililitros gastos na titulação da amostra

Lb = número de mililitros gastos na titulação da prova em branco 1,65 = fator de correção (constante), decorrente das alíquotas tomadas e do método só extrair 90% da acidez

A determinação da matéria orgânica é feita pelo método volumétrico, com bicromato de potássio, ácido sulfúrico e titulação com solução de sulfato ferroso amoniacal 0,102 M, atentando-se para a mudança de cor que se dá quando a cor azul desaparece e a verde predomina. Sua determinação é calculada da seguinte forma:

$$g \text{ de matéria orgânica/kg} = g \text{ de carbono/kg} \times 1,724$$

A quantidade de Carbono (C) é calculada pela expressão abaixo:

$$g \text{ de carbono/kg de TFSE} = 0,06 \times V [40 - Va \times (40 / Vb)] \times f$$

Onde:

TFSE = terra fina seca em estufa

V = volume de bicromato de potássio empregado

Va = volume de sulfato ferroso amoniacal gasto na titulação da amostra

Vb = volume de sulfato ferroso amoniacal gasto na titulação da prova em branco

0,06 = fator de correção, decorrente das alíquotas tomadas

f = fator de correção para TFSE

A capacidade de troca de cátions total (CTC T) que corresponde à soma das bases trocáveis mais a acidez potencial, é calculada pela expressão que segue:

$$CTC = S + H^+ + Al^{3+}$$

Onde S corresponde a soma de bases, que é calculada da seguinte forma:

$$S = Ca^{+2} + Mg^{+2} + K^+ + Na^+$$

A capacidade de troca de cátions efetiva (CTC t) é calculada da seguinte forma:

$$CTC\ efetiva = Ca^{+2} + Mg^{+2} + K^{+} + Al^{+3}$$

A saturação de bases (V%) se dá pela seguinte expressão:

$$V = \frac{100 \times S}{CTC\ total}$$

O valor m, ou índice de saturação por alumínio trocável (m%) é calculado de acordo com a expressão que segue:

$$m\% = \frac{100 \times Al^{+3}}{S + Al^{+3}}$$

3.2.2.3 Análise estatística dos dados

Os dados foram analisados em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial, com 9 tratamentos (3 sistemas de manejo x 3 profundidades de solo) e quatro repetições, com o auxílio do programa Sisvar (FERREIRA, 2000). Eles foram submetidos à análise de variância, sendo as médias dentro de cada profundidade nos diferentes sistemas de manejo comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

3.3 Resultados e discussão

Ao estudar uma área que havia passado pelo processo de corte e trituração, Schwarzbach (2005) afirmou que o preparo do solo influencia diretamente na regeneração da capoeira. Os autores observaram ainda que por meio do depósito da matéria orgânica triturada houve uma proteção maior da umidade do solo o que impediu a entrada de raios solares, diminuindo a evaporação de água e favorecendo o crescimento e rebrota dos vegetais ali existentes.

A área de vegetação queimada teve maiores valores de pH comparando-se com as demais áreas nas profundidades de solo, com exceção da camada de 10-20cm em que somente as áreas de capoeira e vegetação triturada se mantiveram iguais estatisticamente, além de que

todos os tratamentos apresentaram maiores valores médios na profundidade de 0-5cm, e na capoeira, a variação dos valores não representou diferença estatística entre as profundidades. (Tabela 1). Silva et al. (2006) e Matos et al. 2012, obtiveram resultados semelhantes em seus estudos. Para Silva et al. (2006) a elevação do pH está relacionada ao efeito das cinzas, que neutralizam a acidez do solo pela presença de cátions básicos (Ca^{+2} e Mg^{+2}) que são liberados após a queima da vegetação.

A capoeira apresentou maiores valores no teor de Al^{+3} , cujas medias destacadas foram nas profundidades de 10-20cm, diferenciando estatisticamente da profundidade de 0-5cm deste tratamento (Tabela 1). Segundo Schacht et al. (1996) a elevação do pH ocasionada pela queima da vegetação e efeitos das cinzas, reduzem temporariamente os teores de Al^{+3} . A área de capoeira não apresentou diferença significativa em comparação a área de vegetação triturada, sendo que ambas mantiveram-se estatisticamente diferentes da área de vegetação queimada.

Segundo Tomé Júnior (1997) interpretar apenas o teor de Al^{+3} trocável nem sempre é suficiente para caracterizar toxidez para as plantas, pois esta depende também da proporção que o alumínio ocupa na CTC efetiva, assim, para avaliar corretamente a toxidez por alumínio deve-se avaliar também a percentagem por saturação por alumínio (m).

Tabela 1 - Valores médios (erro padrão) de pH, alumínio trocável (Al^{+3}), acidez potencial ($\text{H}^{+}+\text{Al}^{+3}$) e saturação por alumínio (m%) em sistemas agroflorestais, no município de Marapanim, Pa.

Atributos Químicos	Prof.	Capoeira	Trituração	Queimada
pH (H_2O)	0-5cm	5,00 ± 0,106 Ac	5,65 ± 0,106 aB	6,17 ± 0,106 aA
	5-10cm	4,83 ± 0,106 Ac	5,32 ± 0,106 bB	5,77 ± 0,106 bA
	10-20cm	4,95 ± 0,106 aB	5,07 ± 0,10 bB	5,77 ± 0,106 bA
Al^{+3} (cmol. dm^{-3})	0-5cm	0,77 ± 0,089 Ba	0,40 ± 0,089 cB	0,10 ± 0,089 bC
	5-10cm	1,02 ± 0,089 abA	0,67 ± 0,089 bB	0,47 ± 0,089 aB
	10-20cm	1,12 ± 0,089 aA	1,05 ± 0,089 aA	0,57 ± 0,089 aB
$\text{H}^{+}+\text{Al}^{+3}$ (cmol. dm^{-3})	0-5cm	3,18 ± 0,268 aA	3,63 ± 0,268 aA	1,77 ± 0,268 bB
	5-10cm	3,38 ± 0,268 aA	3,55 ± 0,268 aA	2,85 ± 0,268 aA
	10-20cm	3,09 ± 0,268 aAB	3,63 ± 0,268 aA	2,64 ± 0,268 aB
m (%)	0-5cm	39,97 ± 4,556 bA	16,12 ± 4,556 bB	13,32 ± 4,556 bB
	5-10cm	62,11 ± 4,556 aA	29,50 ± 4,556 bB	23,49 ± 4,556 aB
	10-20cm	67,14 ± 4,556 aA	53,07 ± 4,556 aAB	38,37 ± 4,556 aB

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem profundidade pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância. Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas não diferem os sistemas de manejo pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância.

A acidez potencial ($H^+ + Al^{+3}$) teve seus maiores valores médios na área de vegetação triturada, sendo destacada nas profundidades 0-5 e 10-20cm, não havendo diferença significativa entre elas, por outro lado na área queimada apresentou diferenças significativas entre as profundidades. Já a saturação de alumínio foi pela área de capoeira na profundidade 10-20cm, a qual se diferiu estatisticamente da profundidade 0-5cm em todos os tratamentos, sendo importante mencionar que os valores desses atributos são diretamente proporcionais ao aumento da profundidade independentemente dos tratamentos (Tabela 1).

Segundo Lopes e Guilherme (2004), em geral, quanto mais ácido é um solo, maior o teor de Al trocável em valor absoluto, menores os teores de Ca^{+2} , Mg^{+2} e K^+ , menor a soma de bases e maior a percentagem de saturação por alumínio.

A quantidade dos macronutrientes depositados variou significativamente conforme as áreas de manejo do solo e as profundidades de coleta (Tabela 2). As menores profundidades (0-5 e 5-10 cm) foram as que apresentaram os maiores teores dos macronutrientes se semelhança com o estudo desenvolvido por Maia et al. (2008) que demonstrou que em relação ao nitrogênio, quanto maior a profundidade menor o seu teor no solo.

Tabela 2 - Valores médios (erro padrão) de Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K^+), Cálcio (Ca^{+2}), Magnésio (Mg^{+2}) e Sódio (Na^+) em sistemas agroflorestais, no município de Marapanim, Pa.

Atributos químicos	Prof.	Capoeira	Trituração	Queimada
N (%)	0-5cm	0,04 ±0,003 aC	0,09 ±0,003 aA	0,05 ±0,003 aB
	5-10cm	0,04 ±0,003 aC	0,08 ±0,003 aA	0,05 ±0,003 aB
	10-20cm	0,03 ±0,003 aB	0,05 ±0,003 bA	0,04 ±0,003 aAB
P (mg.dm ⁻³)	0-5cm	3,75 ±0,708 aB	2,00 ±0,708 aB	6,50 ±0,708 aA
	5-10cm	4,00 ±0,708 aA	1,25 ±0,708 aB	1,25 ±0,708 bB
	10-20cm	3,50 ±0,708 aA	1,25 ±0,708 aA	1,00 ±0,708 bA
K^+ (mg.dm ⁻³)	0-5cm	29,25 ±5,187 aB	63,00 ±5,187 aA	30,25 ±5,187 aB
	5-10cm	22,00 ±5,187 aB	48,50 ±5,187 aA	27,75 ±5,187 aB
	10-20cm	20,00 ±5,187 aA	28,25 ±5,187 bA	22,00 ±5,187 aA
Ca^{+2} (cmol.dm ⁻³)	0-5cm	0,67 ±0,203 aB	1,57 ±0,203 aA	2,23 ±0,203 aA
	5-10cm	0,35 ±0,203 aB	1,33 ±0,203 aA	1,07 ±0,203 bA
	10-20cm	0,25 ±0,203 aA	0,60 ±0,203 bA	0,57 ±0,203 bA
Mg^{+2} (cmol.dm ⁻³)	0-5cm	0,37 ±0,045 aB	0,57 ±0,045 aA	0,63 ±0,045 aA
	5-10cm	0,25 ±0,045 bA	0,37 ±0,045 bA	0,40 ±0,045 bA
	10-20cm	0,17 ±0,045 aB	0,27 ±0,045 bA	0,27 ±0,045 bA
Na^+ (mg.dm ⁻³)	0-5cm	9,00 ±1,122 aA	8,00 ±1,122 aA	10,50 ±1,122 aA
	5-10cm	8,00 ±1,122 aA	6,50 ±1,122 abA	9,50 ±1,122 aA
	10-20cm	6,50 ±1,122 aA	4,00 ± 1,122 bA	7,00 ±1,122 aA

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem profundidade pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância. Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas não diferem os sistemas de manejo pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância.

A área triturada se destacou na disponibilidade de nitrogênio no solo, principalmente na profundidade de 0-5cm se diferenciando apenas da profundidade 10-20cm (Tabela 2). Estudos realizados no município de Igarapé-Açu mostraram que a queima da capoeira provoca a perda de 96-98% do nitrogênio, demonstrando que grande parte é perdida por volatilização e uma pequena parte é perdida por lixiviação após a queima (SOMMER et al., 2004). Constatou-se que a concentração de N total nos diversos tratamentos diminuiu conforme o aumento da profundidade, o que pode ter ocorrido devido a deposição natural do material orgânico rico em nutrientes ocorrer em maior quantidade na superfície do solo (FREIXO et al., 2002).

A área de vegetação queimada teve os maiores valores médios para os atributos cálcio e magnésio na profundidade, sendo que para os dois atributos estes valores foram reduzindo conforme a profundidade aumentava. Em relação aos valores de cálcio a vegetação queimada e área triturada não diferiram estatisticamente nas profundidades 0-5 e 5-10cm, diferenciando-se apenas da área de capoeira. Apesar desta diferença na profundidade 10-20cm os sistemas não apresentaram diferença estatística entre si assim como o magnésio na profundidade de 5-10. (Tabela 2).

Os maiores valores médios do potássio foram encontrados na área de vegetação triturada (Tabela 2), sendo que neste tratamento as profundidades 0-5 e 5-10cm foram estatisticamente diferentes da profundidade 10-20cm. Para Malavolta (2006) a deposição de material vegetal sob o solo é importante fonte orgânica de K_2O , que é liberado durante o processo de decomposição.

O maior valor médio de sódio foi observado na área de queimada, na profundidade 0-5cm que se manteve estatisticamente semelhante às demais profundidades do tratamento, (Tabela 2). A área de capoeira não apresentou diferença estatística nas diferentes profundidades, o que já foi observado na área de vegetação triturada que teve a profundidade 0-5cm diferente das demais. Os três sistemas mantiveram-se estatisticamente semelhantes considerando este atributo. Para Ghafour et al. (2004); Qadir e Oster (2004); Ribeiro (2010) o acúmulo de Na^+ no solo pode limitar o desenvolvimento das culturas, fator este que pode ser influenciado pela baixo índice pluviométrico e elevada taxa de evapotranspiração além de baixa capacidade de lixiviação dos sais e presença de camadas impermeáveis.

Em relação ao fósforo a área de vegetação queimada na profundidade, 0-5cm, apresentou maior valor, a qual se diferenciou estatisticamente das demais profundidades. Nos demais tratamentos as profundidades não se diferiram estatisticamente entre si (Tabela 2). No estudo de Pomianoski et al 2006, também foi observado esse aumento de P na área de vegetação queimada, que pode ser justificado pela presença das cinzas nas camadas superficiais do solo.

Muitas pesquisas tem demonstrado que a utilização do sistema de corte- e-queima da vegetação proporciona melhorias no nível de fertilidade do solo, principalmente devido aos aumentos de pH, de saturação por bases e de P disponível, além de observarem reduções nos teores de Al trocável, o que evita a toxidez para as plantas (BRINKMANN & NASCIMENTO, 1973; SEUBERT et al. 1977; SILVA 1981; SMYTH & BASTOS, 1984; HERNANI et al., 1987; HOLSCHER et al., 1997; GIARDINA et al., 2000).

Ao analisar os sistemas em relação ao P nas diferentes profundidades, foi apresentado variabilidade entre os índices, apesar de que na profundidade de 10-20cm os sistemas não diferiram entre si. O sistema de vegetação queimada se diferenciou dos demais sistemas (0-5cm) enquanto que na profundidade de 5-10cm a área de capoeira que se diferiu dos demais tratamentos (Tabela 2).

A Capacidade de troca de cátions total (T) teve maior valor médio na área de vegetação triturada com destaque para a profundidade 0-5cm, que se diferenciou somente da profundidade 10-20cm para este tratamento. Esse destaque reflete que o solo desta área apresenta alta capacidade de reter cátions essenciais como Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ , podendo-se dizer que esse é um solo bom para a nutrição das plantas, (Ronquim, 2010). Analisando os sistemas em relação aos atributos nas diferentes profundidades observou-se que na profundidade 0-5cm o sistema de trituração da vegetação foi diferente das áreas de capoeira e de vegetação queimada, enquanto que na profundidade 5-10cm se diferenciou significativamente. Na profundidade de 10-20 cm não observou-se diferença significativa nos tratamentos estudados (Tabela 3).

Com relação a Capacidade de troca de cátion (CTC) efetiva (t) se destacou no tratamento de trituração com a diferença significativa e todas as profundidades apesar de que na área queimada foi observado os maior valor médios na profundidade superficial (0-5cm) que juntamente com a área triturada se diferenciou estatisticamente da capoeira. Ao analisar os sistemas em relação aos atributos nas diferentes profundidades foi possível observar que a área de vegetação queimada, na profundidade 0-5cm, foi diferente estatisticamente da área de capoeira, enquanto que nas profundidades 5-10 e 10-20cm essa diferença não foi observada (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores médios (erro padrão) de Capacidade de troca de cátions (CTC) total (T) e efetiva (t), saturação de base (V%) e teor de Matéria orgânica (M.O.) em sistemas agroflorestais, no município de Marapanim, Pa.

Atributos químicos	Prof.	Capoeira	Trituração	Queimada
CTC T cmol.dm ⁻³	0-5cm	4,34 ±0,373 aB	5,98 ± 0,373 aA	4,75 ±0,373 aB
	5-10cm	4,07 ±0,373 aB	5,40 ±0,373 abA	4,43 ±0,373 abAB
	10-20cm	3,60 ±0,373 aA	4,59 ±0,373 bA	3,58 ±0,373 bA
CTC t cmol.dm ⁻³	0-5cm	1,93 ±0,206 aB	2,74 ±0,206 aA	3,07 ±0,206 aA
	5-10cm	1,81 ±0,206 aA	2,53 ±0,206 abA	2,062 ±0,206 bAB
	10-20cm	1,52 ±0,206 aA	2,01 ±0,206 bA	1,51 ±0,206 bA
V (%)	0-5cm	27,01 ±3,139 aC	38,30 ±3,139 aB	62,44 ±3,139 aA
	5-10cm	16,90 ±3,139 abB	33,25 ±3,139 bA	35,81 ±3,139 bB
	10-20cm	14,10 ±3,139 bB	40,87 ±3,139 aAB	26,89 ±3,139 bA
Matéria Orgânica (g kg ⁻¹)	0-5cm	15,88 ±1,614 aB	21,50 ±1,614 aA	16,34 ±1,614 aB
	5-10cm	16,75 ±1,614 aA	21,18 ±1,614 aA	17,25 ±1,614 aA
	10-20cm	13,42 ±1,614 aA	16,58 ±1,614 aA	13,47 ±1,614 aA

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem profundidade pelo teste de Tukey em nível de 5%. Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas não diferem significativamente pelo teste de Tukey em nível de 5%.

A Saturação por base (V%) teve maiores valores médios na área de vegetação queimada, onde a profundidade 0-5cm se diferenciou das demais profundidades neste tratamento. Ao analisar os sistemas em relação a este atributo nas diferentes profundidades foi possível observar que na profundidade 0-5cm a área de vegetação queimada se diferenciou das demais áreas nesta profundidade, enquanto que na profundidade 5-10cm se diferenciou somente da área de trituração, enquanto que na profundidade 10-20cm se diferenciou somente da capoeira (Tabela 4).

Segundo Pomianoski (2006) a queima da vegetação enriquece de forma temporária a camada superficial do solo devido acelerar os processos de mineralização, químicos e /ou biológicos. (GAMA, 2002), também mencionou que essa melhoria da fertilidade do solo é de duração relativamente curta, o que leva a necessidade da utilização de pousios e /ou fertilizantes.

Com relação a matéria orgânica, esta teve os maiores valores médios na área de vegetação triturada. Segundo Locatelli et al., (2011), a matéria orgânica do solo diminui com o aumento da profundidade, o que se deve ao acúmulo natural de resíduos vegetais na superfície do solo. Ao analisar os sistemas em relação aos atributos nas diferentes profundidades foi possível observar que a área de vegetação triturada na profundidade 0-5cm se diferenciou dos sistemas capoeira e queimada, diferença esta que não foi observada entre os sistemas nas demais profundidades (Tabela 3).

3.4 Conclusão

A queima dos resíduos afeta a disponibilidade dos atributos químicos do solo, propiciando os maiores valores de pH, fósforo, cálcio, magnésio, sódio, CTC efetiva e saturação de bases de forma imediata, o que está relacionado ao poder fertilizante das cinzas que ainda têm efeito sobre o solo.

A utilização de queimadas proporciona um aumento imediato na disponibilidade de nutrientes nas áreas;

Os teores de matéria orgânica são afetados negativamente pela utilização do fogo no preparo do solo.

A área de vegetação triturada ajuda na manutenção da fertilidade do solo por períodos longos. Este sistema disponibiliza maiores quantidades de matéria orgânica, nitrogênio e potássio.

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, D. V. de et al. Avaliação de indicadores de qualidade do solo sob alternativas de recuperação do solo no Nordeste Paraense. **Acta amazonica**, Manaus, v. 42, n. 1, p. 11-18, mar. 2012.

BARBOSA, J. H. C.; DE FARIA, S. M. Aporte de serrapilheira ao solo em estágios sucessionais florestais na Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 57, n. 3, p. 461-476, 2006.

BASTOS, T. X.; PACHECO, N. A. Características agroclimáticas de Igarapé-Açú, PA e suas implicações para as culturas anuais: feijão, caupi, milho, arroz e mandioca. **Boletim de Pesquisa**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 25n. 30p. 1999.

BRINKMANN, W.L.F.; NASCIMENTO, J.C. de. The effect os slash and burn agriculture on plant nutrients in the Tertiary region of Central Amazonia. **Turrialba**, Costa Rica, v.23, n.3, p.284-290, 1973.

CASTRO, R. M. da S. Conteúdo de nutrientes na serapilheira e a influência da sazonalidade em um sistema agroflorestal com queima e sem queima no nordeste paraense, Bragança-Pará. **Enciclopédia Biosfera, centro científico conhecer**. Goiânia, vol.6, n.11, 15 f. 2010.

CUNHA, J. L. X. L. et al. Velocidade de infiltração da água em um latossolo amarelo submetido ao sistema de manejo plantio direto. **Revista Caatinga**. Mossoró, v. 22, n. 1, p. 199-205, jan-mar. 2009.

DENICH, M. et al. A concept for the development of fire-free fallow management in the Eastern Amazon, Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.110, n. 1-2, p.43-58, out. 2005.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

FERREIRA, J. H. O. et al. Sistemas agroflorestais na agricultura familiar como alternativa para diversificação da produção e redução de queimadas no nordeste paraense. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, 7, 2009, Luziânia. **Anais...** EMBRAPA, 2009.

FERREIRA, J. H. O. **Contribuição da agricultura familiar na construção do conhecimento agroecológico**: estudo de caso do Projeto Raízes da Terra. 2012. 94 f. Dissertação (Mestrado em Agrícoltura familiares e desenvolvimento sustentável) Universidade Federal do Pará. Belém. 2012.

FREIXO, A. A. et al. Estoque de carbono e nitrogênio e distribuição de frações orgânicas de latossolo do cerrado sob diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26. n.2, p.425-434, 2002.

GAMA, M. A. P. **Dinâmica do fósforo em solo submetido a sistema de preparo alternativos ao corte e queima no nordeste paraense**. 2002, 96 f. Tese (Doutorado Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

GIARDINA, C. P.; SANFORD, R. L.; DOCKERSMITH, I. C. Changes in soil phosphorus and nitrogen during slash-and-burn clearing of dry tropical forest. **Soil Science Society of America Journal**, v.64, p. 399-405, 2000.

GHAFOOR, A.; QADIR, M.; MURTAZA, G. **Salt Affected Soils: Principle of Management**. n.1. Institute of Soil and Environmental Sciences, Uni. Agric. Faisalabad, 2004.

HÉBETTE, J.: **Cruzando a fronteira: 30 anos de estudo do campesinato na Amazônia**. Vol. 1 – EDUFPA / UFPA. Belém, 2004.

HERNANI, L. C. et al. Influência de métodos de limpeza de terreno sob floresta secundária em latossolo amarelo do Vale do Ribeira, SP: I. Dinâmica de atributos químicos, físico e produção de milho. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v.11, n.2, p.205-213, 1987.

HOLSCHER, D. et al. Dynamic of soil chemical parameters in shifting agriculture in the astern Amazon. **Agriculture Ecosystems and Enviroment**, v.66, n.2, p.153-163, dez. 1997.

IBGE. **Censo demográfico 2000**. Resultado do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2002.

KATO, O. R. et al. Agricultura sem queima: uma proposta de recuperação de áreas degradadas com sistemas agroflorestais seqüenciais. In: Reunião brasileira de manejo e conservação do solo e da água. 18., 2010, Teresina. **Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte: Universidade Federal do Piauí, 2010.

LOCATELLI, M. et al. Matéria orgânica, densidade e porosidade do solo submetido à trituração de capoeira em Porto Velho, Rondônia. In: XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2011. **Resumos... Uberlândia: SBCS, 2011. p. 4.**

LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G. Interpretação de Análise de Solo – Conceitos e Aplicações. Associação Nacional para o Difusão de Adubos, **Boletim Técnico**, São Paulo, 2004. 64 p.

MAIA, S. M. F. et al. Frações de nitrogênio em Luvisolo sob sistemas agroflorestais e convencional no semi-árido cearense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. 1, p. 381-392, jan/fev. 2008.

MADARI, B. E. et al. Matéria orgânica dos solos antrópicos da Amazônia (Terra Preta de Índio): Suas características e papel na sustentabilidade da fertilidade do solo. In: TEIXEIRA, W. G. et al. (Org.) **As terras pretas de índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2009. Cap.13, p. 172-188.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Ed. Agr. Ceres, 2006, 638 p.

MATOS, F. O. et al. Teores de Nutrientes do Solo sob Sistema Agroflorestral Manejado com e sem Queima no Estado do Pará. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 19n. 3, p. 257-266, jul/set. 2012.

OLIVEIRA, C. D. de S. **Percepção de agricultores familiares na adaptação do sistema de cultivo de corte e trituração**. 2002. 140 f. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável) - Universidade Federal do Pará. Belém. 2002.

OLIVEIRA, J. S. R. **Uso do território, experiências inovadoras e sustentabilidade: um estudo em unidades de produção familiares de agricultores/as na área de abrangência do Programa PROAMBIENTE, Nordeste Paraense**. 2006. 58 f.

POMIANOSKI, D. J. W., et al. Efeito do fogo nas características químicas e biológicas do solo no Sistema Agroflorestral da Bracatinga. **Bol. Pesq. FI.**, Colombo, n.52, p.93-118 jan/jul. 2006.

QADIR, M.; OSTER, J. D. Crop and irrigation management strategies for saline sodic soils and waters aime at environmentally sustainable agriculture. **Sci Total Environ.**, v.323, n.1-3, p.1-19. 2004.

REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BRAIDA, J. A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, v. 27, p. 29-48, jul-dez. 2003.

RIBEIRO, M. R. Origem e Classificação dos Solos Afetados por Sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (Eds.). **Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados**. Fortaleza, INCTSal. p.11-19 2010.

RONQUIM, C. C. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite 8 n. 26 p. 2010.

SANTOS, L. de O. L. **Percepção de um grupo de agricultores da localidade São João do município de Marapanim-Pa**, sobre o método de corte e trituração como alternativa ao método tradicional de corte e queima da vegetação secundária, 2006. 184 f. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2006.

SCHACHT, W.H. et al. Soil quality response of reestablished grasslands to mowing and burning. **Journal Range Management**, Denver, v.49, n.5, p.458-463, 1996.

SCHWARZBACH, J. **Dinâmica química da solução do solo em três fases sucessionais da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas no Litoral do Paraná**. 2005. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do solo) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

SEUBERT et al. Effects of land clearing methods on soil properties of na ultisol and crop performance in the Amazon jungle of Peru. **Tropical Agriculture**, v.54, n.4, p.307-321, 1977.

SILVA, G. R. da. et al. Efeitos de diferentes usos da terra sobre as características químicas de um latossolo amarelo do estado do Pará. **Revista Acta Amazônica**. Manaus, v. 36, n. 2, p.151-158, jun. 2006.

SILVA, L. F. da. Alterações edáficas em “Solos de Tabuleiro” (Haplorthoxs) por influencia do desmatamento, queima e sistemas de manejo. **Revista Theobroma**, Ilhéus, v.11, n.1, p.5-19, 1981.

SILVEIRA, L. H. C. **Exportação de nutrientes pela exploração de madeiras comerciais em uma área de floresta amazônica de terra firme em Itacoatiara, AM**. 2012. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, 2012.

SMYTH, T. J.; BASTOS, J. B. Alterações na fertilidade de um latossolo amarelo álico pela queima da vegetação. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.8, p. 127-132, 1984.

SOMMER, R. et al. Nutrient balance of shifting cultivation by burning or mulching in the Eastern Amazon- evidence for subsoil nutrient accumulation. **Nutrient Cycling in Agroecosystems** v.68, n. 3, p. 257-271, mar. 2004.

SOUZA, C. M. de A. et al. Atributos físicos do solo em sistemas agroflorestais sequenciais no município de Igarapé açú, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 8., 2011, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: SBSAF: Embrapa Amazônia Oriental: UFRA: CEPLAC: EMATER: ICRAF, 2011. 8 p.

SUDAM. **Coordenação de Planejamento Regional. Amazônia Legal: estados e municípios (área e estimativa populacional)**. 3. Ed. Belém: SUDAM, 1996.

TOMÉ JÚNIOR, J. B. **Manual para interpretação de análise de solo**. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247 p.

WATRIN, O. dos S.; GERHARD, P.; MACIEL, M. N. M. Dinâmica do uso da terra e reconfiguração da paisagem em antigas áreas de colonização de base econômica familiar, no nordeste do estado do Pará. **GEOGRAFIA**, Rio Claro, v.34, n.3, p.455- 472, set./dez.2009.

4. ATRIBUTOS QUÍMICOS DOS SOLOS EM UM SISTEMA AGROFLORESTAL (SAF) NO MUNICÍPIO DE TOMÉ-AÇÚ, PARÁ.

RESUMO

Na década de 50 o município de Tomé-açu teve seu desenvolvimento econômico baseado no cultivo de pimentais em grande escala, no entanto, esses plantios foram devastados pela disseminação do *Fusarium* (Fusariose) e houve a necessidade de buscar novas formas do agricultor garantir sua subsistência. A diversificação das áreas através da utilização dos sistemas agroflorestais surgiu como alternativa para garantir a sustentabilidade econômica e ambiental no município de Tomé-açu, visto que todos os seus componentes desempenham funções relevantes, dentre elas a de garantir a subsistência das famílias as quais terão renda durante o ano inteiro e ainda de contribuir de forma positiva com a fertilidade do solo. Com o objetivo de comparar os atributos químicos dos solos em duas áreas de sistema agroflorestal com uma capoeira, o estudo foi conduzido na comunidade Santa Luzia, localizada no município de Tomé-açu, Pará, onde foram coletadas, em Dezembro de 2015, amostras de solo nas profundidades 0-5, 5-10 e 10-20cm, as quais foram analisadas no laboratório da Embrapa Amazônia Oriental. Constatou-se que os sistemas agroflorestais mantiveram atributos químicos do solo de forma que elevaram os valores do pH e reduziram a saturação por alumínio. Pôde-se concluir que os sistemas agroflorestais mantiveram-se semelhantes às áreas de capoeira, quanto a análise dos atributos químicos do solo.

Palavras-Chave: sistema de manejo, Amazônia, capoeira.

ABSTRACT

In the 50's the Tomé-Açu municipality had its economic development based on pimentais cultivation on a large scale, however, these crops were ravaged by the spread of *Fusarium* (Fusariose) and there was the need to seek new ways of farmers ensure their livelihood . The diversification of areas through the use of agroforestry emerged as an alternative to ensure the economic and environmental sustainability in Tomé-Açu municipality, since all its components play important roles, among them to ensure the livelihood of families which have income all year and still make a positive contribution to soil fertility. In order to compare the chemical properties of soil in two areas of agroforestry system with a capoeira, the study was conducted in the community Santa Luzia, in the municipality of Tomé-Açu, Pará, which were collected in December 2015, samples soil from depths of 0-5, 5-10 and 10-20cm, which were analyzed in the laboratory of Embrapa Amazônia Oriental. It was found that the agroforestry systems maintained soil chemical properties such that raised the pH levels and reduced aluminum saturation. It was concluded that agroforestry systems remained similar to areas of capoeira, as the analysis of soil chemical properties.

Key-words: management system, Amazon, capoeira.

4.1 Introdução

Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) implantados pelos agricultores nipo-brasileiros de Tomé-Açu e Acará decorreram da busca de alternativas produtivas, em função da disseminação do *Fusarium* nos pimentais (*Piper nigrum* L.). Esta doença surgiu em 1957 e passou a devastar os plantios a partir da década de 1970, e da queda de preços decorrente da expansão desordenada dos plantios (HOMMA e BARROS, 2008). A implantação dos SAFs ocorreu como uma alternativa produtiva ao agricultor para assegurar a sustentabilidade econômica e ambiental, pela redução do desmatamento e queimadas e a emigração de produtores (HOMMA, 2004).

Os SAFs são uma excelente opção para garantir a subsistência dos agricultores na medida que ao serem utilizados asseguram um fluxo de produtos complementares para o próprio consumo e/ou produzem excedente para a venda, reduzindo ou até mesmo eliminando os danos ocasionados ao ambiente (Devide, 2013). É importante esclarecer que por apresentar maior diversidade de componentes em um único sistema, os SAFs proporcionam níveis satisfatórios de sustentabilidade nos aspectos agrônômico, econômico, social e ecológico (MOURA, 2002; PASSOS, 2008).

Em estudo realizado por Melo Jr (2014), evidenciou-se que áreas que apresentavam sistemas agroflorestais eram mais sustentáveis do que as áreas que não os apresentavam, tendo maior relevância no âmbito social, econômico e ambiental, além de que áreas de SAF são capazes de garantir o sustento das famílias durante longo período de tempo numa mesma área.

Os Sistemas agroflorestais segundo Herraiz e Ribeiro (2013) exercem inúmeras funções tanto para o ambiente quanto para o produtor e entre essas funções, destacam-se a proteção do solo contra processos erosivos, a melhoria da fertilidade do solo, a redução da perda de nutrientes por processos de lixiviação, o aumento da população de macro e micro fauna, redução dos custos com a retirada de plantas invasoras e dos fertilizantes, além da garantia da alimentação das famílias durante o ano todo.

Todos os componentes dos SAFs exercem funções relevantes para o meio ambiente e para os produtores, como é o caso das árvores que na maioria das vezes são utilizadas para sombreamento e como fonte geradora de matéria orgânica, manutenção da temperatura do solo e redução do impacto da água das chuvas (SILVA e MENDES, 2009).

Ferreira et al. (2009) demonstraram em seu estudo que à implantação de Sistemas Agroflorestais (SAFs) associada a prática de corte e trituração geram diversos benefícios tanto para as famílias quanto para o solo, além de reduzirem o avanço da degradação de novas áreas florestadas ou em estágio avançado de recuperação vegetal, podem recuperar áreas

potencialmente degradadas. Em restauração de áreas degradadas, este sistema é bastante adequado, pois promove a estruturação do solo e aumenta os níveis de nutrientes no solo em função de uma maior eficiência de ciclagem de nutrientes, promovida pelas raízes e pelo acúmulo de serapilheira (Vaz, 2000).

A legislação brasileira vem reconhecendo a importância dos SAFs tanto para a Agricultura Familiar como para a Recuperação de áreas degradadas. Nesse sentido é estabelecido na Lei Nº 12.727 (BRASIL, 2012) que todo imóvel rural deve manter área com cobertura de vegetação nativa, a título de Reserva Legal (RL). No caso do bioma Amazônia, 80% do imóvel situado em área de floresta deve ser mantido como reserva. O novo código florestal brasileiro prevê a recomposição da vegetação em áreas de reserva legal com sistemas agroflorestais, conforme é citado no Artigo 54 – “Para cumprimento da manutenção da área de reserva legal nos imóveis a que se refere o inciso V do art. 3º, poderão ser computados os plantios de árvores frutíferas, ornamentais ou industriais, compostos por espécies exóticas, cultivadas em sistema intercalar ou em consórcio com espécies nativas da região em sistemas agroflorestais”(ALVES et al., 2015).

A presença de componentes florestais arbóreos nos SAFs adicionados a uma grande biodiversidade de espécies, propicia a deposição contínua de resíduos vegetais, o que facilita a manutenção da matéria orgânica do solo (OELBERMANN et al., 2006; SMILEY e KROSHEL, 2008) afetando diretamente os atributos químicos do solo (DELABIE et al., 2007; HUERTA et al., 2007; NORGROVE et al., 2009).

A análise dos atributos químicos do solo além de facilitar o monitoramento do solo tem também a essencialidade na aprovação de financiamentos para a implantação de agroflorestas, pois, é necessário apresentar comprovantes da análise de solo e da recomendação agrônômica indicada desde a Safra 2013/2014 (CNA - Confederação da agricultura e pecuária do Brasil, 2013).

Para Santos, (2006) e Melo Jr (2014), o monitoramento dos atributos químicos de fertilidade do solo deve ser realizado em qualquer sistema agrícola, de modo que os resultados das análises possam orientar o manejo mais adequado, de maneira que os solos não sejam degradados e que estejam de acordo com as necessidades das plantas. Sendo assim torna-se necessário realizar o estudo dos atributos químicos, pois, estes são consideravelmente fáceis de mensurar e respondem a diferentes manejos das áreas demonstrando por sua vez, se há carência de nutrientes que beneficiem o desenvolvimento dos cultivos (RESENDE, 2009).

O presente estudo teve como objetivo comparar os atributos químicos dos solos em áreas de sistema agroflorestal familiar com uma capoeira no município de Tomé-açu, Pará.

4.2 Materiais e métodos

4.2.1 Caracterização da região de estudo

O município de Tomé-açu tem sua sede municipal nas seguintes coordenadas geográficas: 02° 25' 00" de latitude Sul e 48° 09' 09" de longitude a Oeste de Greenwich. Tomé-açu pertence a mesorregião Nordeste Paraense, no Estado do Pará, limitando-se ao norte com os municípios de Acará e Concórdia do Pará, ao sul com IPIXUNA, a leste com Aurora do Pará e a Oeste com Tailândia (Figura 4) (IDESP, 2014).



Figura 4 - Localização geográfica do município de Tomé - Açu, PA.

Fonte: Google Earth 2015

Sua área territorial segundo IBGE (2010) é de 5.145 km² com uma população de 56.518 habitantes distribuídos entre zona Rural e Urbana, sendo que na zona rural quantificou-se 24.955 habitantes e destes, 5.839 são participantes da agricultura familiar.

O clima da região segundo a classificação de Köppen Geiger é do tipo Ami, mesotérmico úmido com temperaturas médias de 25,5°C (IDESP, 2014). Com relação aos solos da região, Rodrigues (2002) considerou a predominância de Latossolos Amarelos de textura média e argilosa, abrangendo cerca de 81,38% da área total do município.

4.2.1.1 Caracterização da área de estudo

O trabalho foi realizado em três áreas de estudo na Comunidade Santa Luzia em Tomé-açu, PA, sendo uma das áreas um Sistema agroflorestal de 2015, sistema agroflorestal implantado no ano de 2002, e uma capoeira de 1995 (Figura 5).

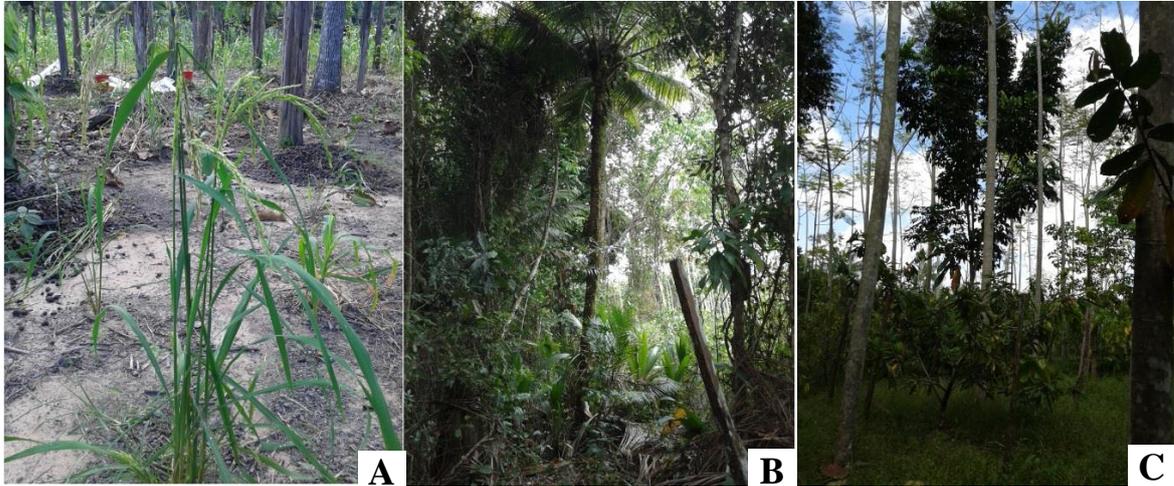


Figura 5. Áreas de manejo: SAF 2015 (A), Capoeira (B), SAF 2002 (C)

Fonte: Autor

A comunidade Santa Luzia está localizada no Ramal Bragantino próximo da Vila Forquilha à 27 km do distrito de Quatro Bocas, tendo a agricultura como atividade principal para o sustento das famílias que cultivavam pimenta-do-reino em grande escala e atualmente utilizam sistemas agroflorestais como alternativa de uso da terra (BARBOSA et al., 2012).

Os primeiros habitantes da comunidade, na década de 1970 eram da cidade de Cametá no estado do Pará, sendo estes muito devotos de Santa Luzia, fator este determinante para a escolha do nome da comunidade (COUTO, 2013).

A adoção dos SAFs nesta comunidade tem avançado consideravelmente através da disseminação de experiências individuais. Essa expansão motivou um grupo de agricultores a fundarem em 2005 a Associação de Produtores e Produtoras de Agricultura Familiar no município de Tomé-açu (APPRAFAMTA) para comercializar polpas de frutas (cupuaçu, taperebá, goiaba, carambola e manga) e captar recursos para a produção e comercialização dos produtos da comunidade de forma mais eficiente. A produção orgânica têm também assumido um papel de destaque na agregação de valor, por meio da certificação de sementes de cacau orgânico e perspectiva para certificação da polpa.

Na comunidade de Santa Luzia, a propriedade do senhor Manoel do Carmo foi selecionada por se destacar pelo cultivo de diversas culturas, por beneficiarem resíduos

produzidos na área de forma alternativa e por investir em infraestrutura para desenvolver e comercializar seus produtos.

4.2.1.2 Histórico das áreas

Sistema Agroflorestal 1 – SAF 2002, Sistema Agroflorestal 2 – SAF 2015 e Capoeira

Para o estudo do SAF de 2002 foi selecionada uma área demonstrativa de 0,6 hectares, a qual é composta por Cupuaçu, Paricá, Piquiá, Uxi, Sapucaia, Copaíba, Andiroba e castanheira, cujos espaçamentos estão dispostos na Tabela 4.

Nesta área têm-se 1500 indivíduos de pimenta do reino em forma triangular, 188 indivíduos de cupuaçu, 45 indivíduos de açaí plantados como aceiros, nas laterais do sistema, 360 indivíduos de paricá e 15 indivíduos de andiroba plantados aleatoriamente nas linhas do paricá. As demais espécies são originárias da regeneração natural e estão plantadas aleatoriamente na área, sendo 2 indivíduos de castanha do Pará, 5 indivíduos de copaíba, 3 indivíduos de piquiá, 4 indivíduos de uxi e 4 indivíduos de sapucaia.

A forma de produção dos SAFs é orgânica (com farinha de osso, torta de mamona e a própria biomassa formada pela queda de folhagens) e as áreas do agricultor são certificadas. Segundo Dias et al. (2015) a busca por produtos orgânicos aumentou consideravelmente pela necessidade de produtos e serviços que proporcionem saúde e bem-estar, benefícios buscados pela desconfiança da sociedade em relação à indústria moderna, que aumentou significativamente a manipulação de químicos persistentes no meio ambiente, com graves consequências para a saúde humana e para os ecossistemas naturais.

Tabela 4 - Espaçamento das espécies implantadas no SAF 2002 no município de Tomé-açu, Pa.

SAF		
Nome Vulgar	Nome científico	Espaçamento (m)
Açaí	<i>Euterpe oleracea</i>	Aleatório
Andiroba	<i>Carapa guianensis</i>	Aleatório
Castanheira	<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl	Aleatório
Copaíba	<i>Copaifera</i> spp. L	Aleatório
Cupuaçu	<i>Theobroma grandiflorum</i>	6x4
Paricá	<i>Schizolobium amazonicum</i>	3x4
Pimenta do reino	<i>Piper nigrum</i>	2x2

Piquiá	<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	Aleatório
Uxi	<i>Endopleura uchi</i>	Aleatório
Sapucaia	<i>Lecythis pisonis</i>	Aleatório

Fonte: Pesquisa de campo 2015.

Anteriormente a área era usada para o plantio de arroz, milho e mandioca. Durante anos a área permaneceu em pousio para então formar a capoeira. Esta capoeira foi derrubada com o auxílio do trator, foi arada e tratada com adubo orgânico, sendo implantada a pimenta no ano de 2002, e nos anos seguintes foram acrescentadas as demais espécies como o cupuaçu (cultivado no ano de 2008).

A área de SAF de 2015 apresentava cultivo de pimenta e no ano de 2014 a área foi roçada para que em 2015 fossem implantados pimenta, cupuaçu, açaí, maracujá e castanha.

A área de capoeira tem 20 anos de idade. Antes de ser uma capoeira a área era um pimental que foi abandonado depois da colheita, tendo também cultivo de arroz, milho e mandioca. Desde a colheita dos produtos citados anteriormente a área foi deixada em pousio para o estabelecimento da capoeira existente.

4.2.2 Análise dos atributos químicos do solo

As amostras de solo foram coletadas ao longo de quatro repetições. Em cada repetição foram coletadas com o auxílio do trado manual 12 amostras compostas de 10 simples em cada área de estudo, nas profundidades 0-5, 5-10 e 10-20cm.

Para a obtenção de Terra fina seca ao ar (TFSA) as amostras de solo foram secas em temperatura ambiente e destorroadas com o auxílio de uma peneira com malha de 2mm. A análise química segue a metodologia da EMBRAPA (1997), determinando por sua vez os valores de pH em água, nitrogênio total (N total), teores de fósforo (P), potássio (K^+) disponíveis, cálcio (Ca^{+2}), magnésio (Mg^{+2}), sódio (Na^+), alumínio (Al^{+3}), $H^+ + Al^{+3}$, saturação de base (V%), saturação de alumínio (m%), matéria orgânica (MO), CTC total (CTC T) e efetiva (CTC t).

4.2.2.1 Procedimentos analíticos

Baseado nos procedimentos analíticos realizados pela EMBRAPA (1997), tem-se a descrição das análises laboratoriais.

Para medir a concentração efetiva dos íons H^+ misturou-se 10cm^3 de solo (em forma de Terra fina seca ao ar (TFSA)) com 25ml de água deionizada, agitando a mistura com bastão de vidro de forma individual, deixando as amostras em repouso por uma hora.

A leitura do pH foi realizada com o Potenciômetro com eletrodo combinado, que é aferido trinta minutos antes da leitura das amostras, com soluções padrão pH 4,00 e pH 7,00 que são preparadas conforme a orientação dos fabricantes.

Depois do período de repouso das amostras, elas são novamente agitadas com o bastão de vidro, e o eletrodo do aparelho é mergulhado na suspensão homogeneizada, efetuando-se a leitura do pH.

Para a análise dos atributos Ca^{+2} , Mg^{+2} e Al^{+3} é colocado em erlenmeyer de 125ml, 10cm^3 de solo em forma de TFSA, adicionando solução de KCl 1M, sendo estas amostras colocadas em um agitador horizontal circular por cinco minutos para serem homogeneizadas e deixadas em repouso por uma noite.

O teor de $Ca^{+2} + Mg^{+2}$ foi analisado através do método de espectrofotometria de absorção atômica (EAA) utilizando-se para isto o extrato mencionado acima e solução de lantânio. Os valores de $Ca^{+2} + Mg^{+2}$ foram analisados pelo Espectrofotômetro de absorção atômica (EAA) e se dão pelas igualdades:

$$cmolc \text{ de } Ca^{+2} / dm^3 = C1 \times 2,5$$

onde:

C1 = concentração (mg/litro) de Ca^{2+} na solução analisada

$$cmolc \text{ de } Mg^{+2} / dm^3 = C2 \times 4,115$$

onde:

C2 = concentração (mg/litro) de Mg^{2+} na solução analisada

A análise do Cálcio trocável (Ca^{+2}) se deu pelo Método complexométrico com o emprego do EDTA e ácido calconcarbônico, onde a titulação foi feita com sal dissódico de EDTA 0,0125M, e quando houve a viragem do tom róseo para o azul puro foi verificado o número de mililitros de EDTA gastos na titulação para realizar o cálculo que foi definido pela igualdade:

$$cmol \text{ de } Ca^{+2} + Mg^{+2} / dm^3 \text{ de TFSA} = ml \text{ de DTA } 0,0125M \text{ gastos na titulação}$$

Então o teor de Ca^{2+} existente na amostra é dado pela igualdade:

$$\text{cmolc de Ca}^{+2} / \text{dm}^3 \text{ de TFSA} = \text{ml de EDTA } 0,0125\text{M} \text{ gastos na titulação}$$

O teor de Mg^{+2} foi definido pela diferença entre as duas titulações anteriores:

$$\text{cmolc de Mg}^{+2} / \text{dm}^3 \text{ de TFSA} = \text{cmolc de Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} / \text{dm}^3 - \text{cmolc de Ca}^{+2} / \text{dm}^3$$

O teor de alumínio foi analisado pelo Método volumétrico por titulação com hidróxido de sódio, após a extração do Al^{+3} do solo por KCl 1M e é definido pela igualdade:

$$\text{cmolc de Al}^{+3} / \text{dm}^3 \text{ de TFSA} = \text{ml de NaOH } 0,025\text{M} \text{ gastos na titulação}$$

Para análise do nitrogênio foram pesadas 0,5g das amostras de solo em forma de Terra fina seca ao ar. Seu teor foi determinado pelo método Kjeldahl.

Este método é processado em duas etapas: a digestão sulfúrica e a destilação do material digerido. Inicialmente há a conversão do N orgânico existente nas amostras em NH_4^+ através da digestão sulfúrica, e sua dosagem se dá através da quantificação de NH_3 liberada por meio do processo de destilação do digerido em meio alcalino.

Além da digestão por H_2SO_4 (ácido sulfúrico) acrescentou-se uma mistura catalisadora composta por Na_2SO_4 , CuSO_4 e Selênio metálico, sendo o primeiro composto responsável por elevar o ponto de ebulição do ácido sulfúrico e as demais atuam como catalisadores na oxidação da matéria orgânica. A digestão foi realizada por aproximadamente uma hora, em um bloco digestor com temperatura superior a 360° e inferior a 410° visto que pode ocorrer perda de NH_3 .

Posterior a essa etapa as amostras foram destiladas em um destilador de arraste de vapor, onde foi utilizada solução alcalina de NaOH 40% sob injeção de vapor de água para desprender a NH_3 que é arrastada através do destilador e é coletada através de uma solução indicadora mista em ácido bórico (H_3BO_3), a qual ao se dissociar e reagir com o NH_3 origina o borato de amônio, modificando sua coloração para o tom azul, indicando que o processo de destilação se completou.

A quantidade de NH_3 foi determinada através do processo de titulação com solução ácida padrão até a mudança de coloração do azul para o róseo, visto que quanto maior a quantidade de H_3BO_3 , maior a quantidade de NH_3 estimando-se assim os valores desse composto.

Para descrever o valor de Nitrogênio total da amostra calcula-se:

$$N (g /kg) = a - b$$

Onde:

a = ml de ácido 0,01 N na amostra

b = ml de ácido da prova em branco.

Os teores de fósforo, potássio e sódio foram feitos através da solução extratora de Mehlich1, que é constituída por uma mistura de HCl 0,05M + H₂SO₄ 0,0125M.

O teor de fósforo disponível foi determinado espectroscopicamente, através da leitura da intensidade da cor do complexo fosfomolibdico produzido pela redução do molibdato com o ácido ascórbico. O cálculo do teor de fósforo assimilável se deu pela conversão da leitura efetuada no aparelho em mg de P/dm³ de solo através da reta padrão e de acordo com a expressão:

$$\text{mg de P/dm}^3 \text{ na TFSA} = \text{leitura} \times 10Fp.$$

O teor de potássio (K⁺) e sódio (Na⁺) trocáveis foram definidos com o auxílio do fotômetro de chama, sem necessitar de cálculos para a determinação, enquanto que a determinação da acidez potencial (H⁺+Al⁺³) foi realizada com o auxílio do extrator acetato de cálcio 0,5M pH 7,1-7,2 pelo método de titulação NaOH 0,025M, usando 3 gotas de fenolftaleína a 10g/l como indicador.

O teor de H⁺ + Al⁺³ existente na amostra é dado pela igualdade:

$$\text{cmolc de H}^+ + \text{Al}^{+3} / \text{dm}^3 \text{ de TFSA} = (L-Lb) \times 1,65$$

onde:

L = número de mililitros gastos na titulação da amostra

Lb = número de mililitros gastos na titulação da prova em branco 1,65 = fator de correção (constante), decorrente das alíquotas tomadas e do método só extrair 90% da acidez

A determinação da matéria orgânica é feita pelo método volumétrico, com bicromato de potássio, ácido sulfúrico e titulação com solução de sulfato ferroso amoniacal 0,102 M, atentando-se para a mudança de cor que se dá quando a cor azul desaparece e a verde predomina. Sua determinação é calculada da seguinte forma:

$$g \text{ de matéria orgânica/kg} = g \text{ de carbono/kg} \times 1,724$$

A quantidade de Carbono (C) é calculada pela expressão abaixo:

$$g \text{ de carbono/kg de TFSE} = 0,06 \times V [40 - Va \times (40 / Vb)] \times f$$

Onde:

TFSE = terra fina seca em estufa

V = volume de bicromato de potássio empregado

Va = volume de sulfato ferroso amoniacal gasto na titulação da amostra

Vb = volume de sulfato ferroso amoniacal gasto na titulação da prova em branco

0,06 = fator de correção, decorrente das alíquotas tomadas

f = fator de correção para TFSE

A capacidade de troca de cátions total (CTC T) que corresponde à soma das bases trocáveis mais a acidez potencial, é calculada pela expressão que segue:

$$CTC = S + H^+ + A^{+3}$$

Onde S corresponde a soma de bases, que é calculada da seguinte forma:

$$S = Ca^{+2} + Mg^{+2} + K^+ + Na^+$$

A capacidade de troca de cátions efetiva (CTC t) é calculada da seguinte forma:

$$CTC \text{ efetiva} = Ca^{+2} + Mg^{+2} + K^+ + Al^{+3}$$

A saturação de bases (V%) se dá pela seguinte expressão:

$$V = \frac{100 \times S}{CTC \text{ total}}$$

O valor m, ou índice de saturação por alumínio trocável (m%) é calculado de acordo com a expressão que segue:

$$m\% = \frac{100 \times Al^{+3}}{S + Al^{+3}}$$

4.2.2.2 Análise estatística dos dados

Os dados foram analisados em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial, com 9 tratamentos (3 áreas de cultivo x 3 profundidades de solo) e quatro repetições, com o auxílio do programa Sisvar. Eles foram submetidos à análise de variância, sendo as médias dentro de cada profundidade nos diferentes sistemas de manejo comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

4.3 Resultados e discussões

O pH do solo apresentou maiores valores na área de SAF 2015 nas duas primeiras profundidades apesar de não terem diferença significativa entre os demais tratamentos, inda assim houve diferença significativa somente entre a profundidade de 10-20cm do SAF 2015 (Tabela 5). Segundo Silva (2014) essa elevação de pH geralmente se dá pelos métodos de manejo, incorporação e decomposição da matéria orgânica depositada no solo com o decorrer das mudanças de sistema, neutralizando os cátions ativos do solo.

Na avaliação dos teores de Al^{+3} , o SAF 2002 apresentou semelhança aos outros sistemas, divergindo estatisticamente apenas na profundidade de 5-10 dos outros dois sistemas, sendo que os profundidade de 10-20cm apresentou os maiores índices (Tabela 5). É importante mencionar que houve um aumento do teor dessa variável química nas maiores profundidades, o que pode ter ocorrido pela característica geológica do solo, isto é, um tipo de latossolo, assemelhando-se com o estudo de De Paula et al. (2014) onde também ocorrera a elevação de seu teor de Al com o avanço da profundidade se diferenciando dos demais atributos.

Em relação a acidez potencial ($H^+ + Al^{+3}$) do solo, não houve efeito significativo dos sistemas de manejo e profundidades nesta variável química do solo (Tabela 5), o que também foi observado nos estudos de Silva et al. (2011) e DE PAULA et al. (2014). Os estudos de FERNANDES (2000) e LEAL (2007), mencionam que a diferença de pH entre as profundidades está refletida na acidez potencial de forma inversamente proporcional, e neste estudo esta relação pode ser observada, sendo que os valores de pH foram elevados reduzindo, por sua vez, os valores da acidez potencial.

MALAVOLTA et al., 1997; BOHNEN, 2000, mencionam que em condições de alta acidez potencial a nutrição das plantas fica comprometida devido a lixiviação dos cátions que acabam não sendo adsorvidos pelas frações coloidais do solo, enquanto o alumínio fitotóxico

presente pode prejudicar as plantas, principalmente as raízes, que tem seu crescimento restrito, ficando grossas e curtas.

O percentual da saturação do alumínio (m) não foi influenciado significativamente pelo sistema de manejo do solo, e no estudo de DE PAULA (2014) essa diferença também não foi constatada. O SAF 2002 foi o único que apresentou diferença estatística entre as profundidades do solo, observando as maiores medias nas maiores profundidades (Tabela 5).

Tabela 5 - Valores médios (erro padrão) de pH, acidez trocável (Al^{+3}), acidez potencial ($H^+ + Al^{+3}$) e saturação por alumínio (m%) em sistemas agroflorestais, no município de Tomé-açu, Pa.

Atributos químicos	Prof.	SAF 2002	Capoeira	SAF 2015
pH (H_2O)	0-5cm	5,82 \pm 0,13 aA	5,87 \pm 0,13 aA	6,27 \pm 0,13 aA
	5-10cm	5,67 \pm 0,13 aA	5,8 \pm 0,13 aA	5,92 \pm 0,13 abA
	10-20cm	5,52 \pm 0,13 aA	5,52 \pm 0,13 aA	5,57 \pm 0,13 bA
Al ⁺³ ($cmol.dm^{-3}$)	0-5cm	0,10 \pm 0,073 bA	0,10 \pm 0,0732 bA	0,10 \pm 0,0732 aA
	5-10cm	0,175 \pm 0,0732 bA	0,125 \pm 0,0732 bB	0,13 \pm 0,0732 aB
	10-20cm	0,40 \pm 0,0732 aA	0,325 \pm 0,0732 aA	0,33 \pm 0,0732 aA
H ⁺ +Al ⁺³ ($cmol.dm^{-3}$)	0-5cm	2,60 \pm 0,24 aA	2,60 \pm 0,24 aA	1,98 \pm 0,24 aA
	5-10cm	2,77 \pm 0,24 aA	2,51 \pm 0,24 aA	2,56 \pm 0,24 aA
	10-20cm	2,52 \pm 0,24 aA	2,60 \pm 0,24 aA	2,56 \pm 0,24 aA
M (%)	0-5cm	2,61 \pm 1,51 bA	2,23 \pm 1,51 aA	1,75 \pm 1,51 aA
	5-10cm	5,26 \pm 1,51 abA	3,39 \pm 1,51 aA	4,38 \pm 1,51 aA
	10-20cm	16,86 \pm 1,51 aA	13,63 \pm 1,51 aA	12,64 \pm 1,51 aA

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem profundidade pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância. Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas não diferem os sistemas de manejo pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância.

A área de capoeira apresentou maiores valores em percentual de nitrogênio (N) ao ser relacionada as áreas de Sistemas Agroflorestais (SAFs), sendo estatisticamente semelhante ao SAF2015 na camada de 0-5 e apresentando proximidade entre as profundidades 5-10 e 10-20cm. O preparo da área desse sistema pode ter influenciado na semelhança com a capoeira em virtude da deposição de material vegetal na superfície do solo. Em relação a influência da profundidade do solo, somente o SAF 2002 apresentou diferença estatística na variável química do solo, sendo a profundidade de 0-5cm a qual mais influenciou nesse sistema (Tabela 6).

Os sistemas de manejo e as profundidades não apresentaram efeito significativo para o Fósforo (P), apesar de não diferenciarem maiores valores estiveram presentes no SAF 2002, na profundidade de 0-5cm (Tabela 6). O estudo de Locatelli et al. (2012) apresentou dados

semelhantes ao descrever este atributo. Ressalta-se ainda, que houve a redução dos teores de fósforo disponível em profundidade na área de capoeira que pode estar relacionada a menor mobilidade relativa do P e aumento do teor de argila, característico dos Argissolos Amarelos (SILVA et al., 2011).

Os sistemas de manejo não diferiram entre si para o teor de potássio (K^+) e cálcio (Ca^{+2}). No entanto em função da profundidade, o sistema de capoeira e SAF 2002 apresentaram diferenças significativas, sendo os maiores valores encontrados no sistema de capoeira para o teor de potássio (K^+) e para o cálcio o sistema de capoeira e o SAF 2015 obtiveram diferença significativa entre as profundidades, as quais tiveram maior valor médio na profundidade de 0-5cm do solo da área de capoeira (Tabela 6). É importante mencionar que o maior valor médio para o K^+ foi observado nas áreas de capoeira e SAF 2015, enquanto que para o Ca^{+2} a capoeira teve maior valor médio, embora o SAF 2015 tenha valor aproximado.

Os teores de Ca^{+2} na área de capoeira e de SAF 2015 podem estar associados à alta atividade de decomposição realizada pela biota do solo que este ambiente proporciona (Lima, 2008). Com relação ao aumento de K^+ na área de SAF 2015, este pode ser justificado por Malavolta (2006) pela presença dos restos de culturas deixados na área após a retirada das castanheiras, que se tornaram importantes fontes orgânicas de K_2O que é liberado durante o processo de decomposição. Como não há a incorporação desses resíduos, vislumbra-se então aumento de potássio nas camadas superficiais do solo.

Houve diferença significativa entre os sistemas de manejo para o teor de magnésio (Mg^{+2}), sendo os maiores valores observados no SAF2015, na profundidade de 0-5cm e 5-10cm. Muzilli (1983) mencionam que a distribuição de nutrientes no perfil do solo, no sistema plantio direto, propicia o acúmulo de nutrientes como cálcio, magnésio e potássio, na camada superficial do solo. Considerando que o SAF 2002 é o sistema mais semelhante ao SAF2015, pressupõem-se que a elevação dos teores de nutrientes são provenientes do tempo e composição das espécies constituintes nos sistemas, que por apresentar mais espécies de caráter pioneiro resultarão em maior deposição de material vegetal sob o solo da área influenciando no teor de magnésio diretamente (Tabela 6), assemelhando-se aos estudos de Schwiderke et al. (2012) e Oliveira (2006) em que nas profundidades superiores apresentaram valores maiores decaindo com o avanço da profundidade.

Tabela 6 - Valores médios (erro padrão) de Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K⁺), Cálcio (Ca²⁺), Magnésio (Mg²⁺) e Sódio (Na⁺) em sistemas agroflorestais, no município de Tomé-açu, Pa.

Atributos químicos	Prof.	SAF 2002	Capoeira	SAF 2015
N (%)	0-5cm	0,075 ±0,005 aA	0,073 ±0,005 aA	0,080 ±0,005 aA
	5-10cm	0,065 ±0,005 abB	0,085 ±0,005 aA	0,080 ±0,005 aAB
	10-20cm	0,048 ±0,005 bB	0,068 ±0,005 aA	0,063 ±0,005 aAB
P (mg.dm ⁻³)	0-5cm	8,80 ±1,37 aA	6,73 ±1,37 aA	4,47 ±1,37 aA
	5-10cm	4,27 ±1,37 aA	6,50 ±1,37 aA	5,55 ±1,37 aA
	10-20cm	5,68 ±1,37 aA	4,75 ±1,37 aA	5,50 ±1,37 aA
K ⁺ (mg.dm ⁻³)	0-5cm	30,25 ±5,26 aA	41,00 ± 5,26 aA	41,00 ±5,26 aA
	5-10cm	26,00 ±5,26 abA	30,25 ±5,26 abA	34,25 ±5,26 aA
	10-20cm	11,5 ±5,26 bA	19,00 ± 5,26 bA	23,5 ±5,26 aA
Ca ²⁺ (cmol.dm ⁻³)	0-5cm	2,73 ±0,36 aA	3,48 ± 0,36 aA	3,40 ±0,36 aA
	5-10cm	2,30 ±0,36 aA	2,73 ±0,36 abA	2,40 ±0,36 abA
	10-20cm	1,48 ±0,36 aA	1,50 ±0,36 bA	1,35 ±0,36 bA
Mg ²⁺ (cmol.dm ⁻³)	0-5cm	0,90 ±0,0524aB	1,00 ±0,0524 aB	1,37 ±0,0524 aA
	5-10cm	0,78 ±0,0524 abB	0,90 ±0,0524 bB	1,10 ±0,0524 bA
	10-20cm	0,63 ±0,0524 bA	0,68 ±0,0524 bA	0,73 ±0,0524 cA
Na ⁺ (mg.dm ⁻³)	0-5cm	8,00 ±0,700 aA	8,00 ±0,700 aA	4,00 ±0,700 aB
	5-10cm	6,00 ±0,700 abA	5,50 ±0,700 bA	3,00 ±0,700 aB
	10-20cm	4,00 ±0,700 bA	5,50 ±0,700 bA	3,50 ±0,700 aA

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem profundidade pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância. Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas não diferem os sistemas de manejo pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância.

O maior teor de Na⁺ foi observado nas áreas de SAF 2002 e na área de capoeira na profundidade 0-5cm (Tabela 6). Andrade et al. (2004) afirmam que a salinidade, assim como outras propriedades químicas e físicas do solo, apresenta uma variabilidade espacial e temporal natural em função das práticas de manejo utilizadas, da profundidade do lençol freático, da permeabilidade do solo, das taxas de evapotranspiração, das chuvas, da salinidade das águas e de outros tantos fatores hidrogeológicos.

Tabela 7 - Valores médios (erro padrão) CTC T (total), CTC t (efetiva), Saturação de base (V%) e Matéria Orgânica (MO) em sistemas agroflorestais, no município de Tomé-açu, Pa.

Atributos químicos	Prof.	SAF 2002	Capoeira	SAF 2015
CTC T ($\text{cmol}\cdot\text{dm}^{-3}$)	0-5cm	6,39 \pm 0,34 aA	7,14 \pm 0,34 aA	6,83 \pm 0,34 aA
	5-10cm	5,96 \pm 0,34 aA	6,28 \pm 0,34 aA	6,18 \pm 0,34 aA
	10-20cm	4,71 \pm 0,34 bA	4,88 \pm 0,34 bA	4,73 \pm 0,34 bA
CTC t ($\text{cmol}\cdot\text{dm}^{-3}$)	0-5cm	3,89 \pm 0,36 aA	4,64 \pm 0,36 aA	4,92 \pm 0,36 aA
	5-10cm	3,36 \pm 0,36 abA	3,89 \pm 0,36 abA	3,77 \pm 0,36 aA
	10-20cm	2,59 \pm 0,36 bA	2,60 \pm 0,36 bA	2,47 \pm 0,36 bA
V (%)	0-5cm	59,15 \pm 4,50 aA	63,12 \pm 4,50 aA	70,20 \pm 4,50 aA
	5-10cm	53,51 \pm 4,50 aA	59,98 \pm 4,50 abA	58,11 \pm 4,50 abA
	10-20cm	45,95 \pm 4,50 aA	46,24 \pm 4,50 bA	46,12 \pm 4,50 bA
Matéria Orgânica (g kg^{-1})	0-5cm	24,28 \pm 2,99 aA	25,34 \pm 2,99 aA	24,06 \pm 2,99 aA
	5-10cm	17,88 \pm 2,99 abA	26,45 \pm 2,99 aA	24,34 \pm 2,99 aA
	10-20cm	12,90 \pm 2,99 bA	21,93 \pm 2,99 aA	18,31 \pm 2,99 aA

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem profundidade pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância. Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas não diferem os sistemas de manejo pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância.

Em relação à CTC total e efetiva não houve diferença significativa entre os sistemas de manejo, observando as maiores médias nas profundidades de 0-5cm e 5-10cm da área de capoeira (Tabela 7), sendo que conforme aumentam as profundidades reduzem os valores de CTC, o que também foi observado por IWATA et al 2012.

Os teores de saturação de bases (V%) não apresentaram diferença significativa entre pelos sistemas de manejo do solo. Em relação ao efeito das profundidades, o SAF2015 e Capoeira foram os únicos que apresentaram diferenças significativas, sendo que em ambos a profundidade 5-10 e 10-20cm apresentaram diferença estatística entre si. Pode-se citar ainda que os maiores valores médios desta variável foram encontradas nas camadas mais superficiais do solo, decrescendo com o aumento da profundidade, o que também foi observado por IWATA et al. (2012).

O teor de matéria orgânica nos sistemas estudados, demonstram valores semelhantes entre todos os sistemas. As maiores valores médios de Matéria Orgânica estão presentes nas profundidades de 0-5 e 5-10 cm (Tabela 7), se assemelhando ao estudo de Pezarico et al. (2013), onde se destaca a vantagem desta estar na superfície do solo favorecendo ao aumento da macroporosidade, facilitando as trocas gasosas e a infiltração de água no solo.

4.4 CONCLUSÃO

As áreas apresentam características químicas similares, sendo os manejos com capoeira e SAF 2015 os que influenciaram nas maiores médias dos teores de nutrientes do solo nas menores profundidades.

Os sistemas agroflorestais mantiveram atributos químicos do solo de forma que elevaram os valores do pH e reduziram a saturação por alumínio.

As condições do solo do SAF 2015 favoreceram o maior valor médio do pH.

Os SAF's tiveram papel importante na manutenção da fertilidade do solo das áreas de Tomá-açu.

REFERÊNCIAS

ALVES, F. V.; LAURA, V. A.; ALMEIDA, R. G. de. **Sistemas agroflorestais: A agropecuária sustentável**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2015. 208 p.

ANDRADE, E.M. et al. Evolução da concentração iônica da solução do solo em áreas irrigadas na Chapada do Apodi, CE. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.35, n.1, p. 9-16, jan/jun. 2004.

BARBOSA, M. S. et al. Sistemas agroflorestais como estratégia de desenvolvimento rural sustentável da pequena produção familiar no município de Tomé-açu/PA. In: Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, 7., 2012, Palmas, **Anais...**Palmas: IFTO, 2012. 7p.

BOHNEN, H. Acidez do solo: origem e evolução. In: KAMINSKI, J. (Coord.). **Uso de corretivos da acidez do solo no plantio direto**. Pelotas: Núcleo Tegalional Suyl da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. p 9-19 .

BRASIL. Lei nº12.727 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 nºs6.938, 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. **Diário Oficial [da] União**, Poder Executivo, Brasília, DF, p. 1, 18 out. 2012.

CNA - Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. **Elaborando Projetos do ABC - Agricultura de Baixo Carbono**. Disponível em: <<https://abccapacitacao.files.wordpress.com/2013/01/cartilha.pdf>> Acesso em: 16 jul. 2015.

COUTO, M. C. de M. **Beneficiamento e comercialização dos produtos dos sistemas agroflorestais na Amazônia, Comunidade Santa Luzia, Tomé-Açu, Pará**. 2013. 138 f. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2013.

DE PAULA, M. T. et al. Avaliação da dinâmica dos atributos químicos do solo em sistemas agroflorestais no município de Santa Bárbara-PA, Amazônia-Brasil. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, v. 201, p. 01-20, 2014.

Delabie, J. H. C. et al. Contribution of cocoa plantations to the conservation of native ants (Insecta: Hymenoptera: Formicidae) with a special emphasis on the Atlantic forest fauna of southern Bahia, Brazil. **Biodiversity Conservation**, v.16, p.2359-2384, 2007.

DEVIDE, A. C. P. **Gestão ambiental de sistemas agroflorestais com Guanandi** (*Calophyllum brasiliense*). UFRJ, Seropédica, 2013.

DIAS, V. et al. O mercado de alimentos orgânicos: um panorama quantitativo e qualitativo das publicações internacionais. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo v. 11, n. 1 p. 161-182, jan-mar. 2015.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212 p.

FERNANDES, A. C. Cálculos na Agroindústria da cana de açúcar. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**. Piracicaba 2000, 193p.

FERREIRA, J. H. O. et al. Sistemas agroflorestais na agricultura familiar como alternativa para diversificação da produção e redução de queimadas no nordeste paraense. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, 7., 2009, Luziânia. **Anais...** EMBRAPA, 2009.

HERRAIZ, A. D.; RIBEIRO, P. N. T. Promessas de sustentabilidade Sistemas Agroflorestais de Várzea e de Terra Firme na Calha do Rio Madeira, Sul do Amazonas. **Projeto Fronteiras Florestais**. Humaitá, AM, 2013. Disponível em: <http://www.iieb.org.br/files/2413/6794/8272/Saf_Ipa_site.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2016.

HOMMA, A. K. O. Dinâmica dos sistemas agroflorestais: o caso da Colônia Agrícola de Tomé-Açu, Pará. **Revista Instituto de Estudos Superiores da Amazônia**, Belém, v.2, n. 1 / 2, p. 57-65, 2004.

HOMMA, A.K.O.; BARROS, A.L. Sistemas agroflorestais: um contexto teórico para a Amazônia. In: Encontro de Geografia Física da Amazônia: geografia física e os recursos naturais da Amazônia, 2., 2008, Belém. **Anais...**, Belém, 2008. p.1-4. 1 CD ROM.

Huerta, E. et al. Earthworms and soil properties in Tabasco Mexico. **European Journal Soil Biology**, v.43, p.190-195, 2007.

IBGE (Istituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Cidades**: Tomé-Açu. 2010. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/3SM>>. Acesso em: 04 de mai. 2016.

IDESP - Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará. **Estatística municipal de Tomé-Açu - PA**, 2014. Disponível em: <fapespa2.pa.gov.br/pdf/estatisticaMunicipal/pdf/TomeAcu.pdf> Acesso em: 10 Mai. 2015.

IWATA, B. de F. et al. Sistemas agroflorestais e seus efeitos sobre os atributos químicos em Argissolo Vermelho-Amarelo do Cerrado piauiense. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 7, p. 730-738, abril. 2012.

LEAL, R. M. P. **Efeito da irrigação com efluente de esgoto tratado em propriedades químicas de um Latossolo cultivado com cana-de-açúcar**. 2007. 107 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

LIMA, S. S. **Impacto do manejo agroflorestral sobre a dinâmica de nutrientes e a macrofauna invertebrada nos compartimentos serapilheira-solo em área de transição no norte do Piauí**. 2008. 76 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2008.

LOCATELLI, M. et al. Características Químicas do Solo Como Resultado do Corte e Trituração de Capoeira em Porto Velho, Rondônia. **FERTBIO**, Maceió, 4 p. set.. 2012.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas. **Princípios e Aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Ed. Agr. Ceres, 2006, 638 p.

MELO JR. J. G. **Importância da diversidade dos sistemas agroflorestais na sustentabilidade de agroecossistemas familiares na Comunidade Santa Luzia, município de Tomé-Açu/Pará**. 2014. 127 f. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável) - Universidade Federal do Pará. Belém, 2014.

MOURA, L. G. V. **Indicadores para avaliação da sustentabilidade em sistemas de produção da agricultura familiar: o caso dos fumicultores de Agudo-RS**. 2002. 230 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) - Universidade Rural do Rio Grande do Sul, 2002.

MUZILLI, O. Influência do sistema de plantio direto, comparado ao convencional sobre a fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.7, p. 317- 322, 1983.

Norgrove, L. et al. Shifts in soil faunal community structure in shaded cacao agroforests and consequences for ecosystem function in Central Africa. **Tropical Ecology**, v.50, p.71-78, 2009.

OELBERMANN, M. et al. Soil carbon dynamics and residue stabilization in a Costa Rican and southern Canadian alley cropping system. **Agroforestry System**, v.68, p.27-36, 2006.

OLIVEIRA, A. S. **Qualidade do solo em sistemas agroflorestais em Alta Floresta MT**. 2006. 59 f. Dissertação (Mestrado em Solos e nutrição de plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

PASSOS, H. D. B. Indicadores de sustentabilidade: uma discussão teóricometodológica aplicada a sistemas agroflorestais no Sul da Bahia. 2008. 241 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilheus, 2008.

PEZARICO, C. R. et al. Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroflorestais. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 56, n. 1, p. 40-47, 2013.

RESENDE, S. C. **Sistemas de Manejo e sucessão de culturas na qualidade do solo nos Tabuleiros Costeiros Sergipano**. 2009. 120 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2009

RODRIGUES, W.; ATAÍDE, I. T. **Sistemas agroflorestais: “agricultura em andares”**. Belém: POEMAR/ Bolsa Amazônia, 2002. (Série Como Fazer, n°2) 31p.

SANTOS, L. de O. L. **Percepção de um grupo de agricultores da localidade São João do município de Marapanim-Pa**, sobre o método de corte e trituração como alternativa ao método tradicional de corte e queima da vegetação secundária, 2006. 184 f. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2006.

SCHWIDERKE, D. K. et al. Atributos químicos do solo em sistemas agroflorestais multiestratos sucessional e em áreas de regeneração natural. **Congresso Florestal Paranaense**. 2012. p. 2012.

SILVA, J. M.; MENDES, E. de P. P. Agricultura Familiar no Brasil: características e estratégias da comunidade Cruzeiro dos Martírios–Município de Catalão (GO). In: XIX Encontro Nacional de Geografia Agrária, São Paulo, 2009, **Anais...** São Paulo: ENGA, 2009, p.1-28.

SILVA, S. A. S. **Avaliação da Matéria orgânica e Ph do solo em sistemas agroflorestais localizados na região de Altamira-Pa**. Agrarian Academy, Centro Científico Conhecer, goiânia v. 1, p. 2014, 2014.

SILVA, D. C. da. et al. Atributos do solo em sistemas agroflorestais, cultivo convencional e floresta nativa. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 13, n. 1, p. 77-86, 2011.

SMILEY, G. L.; KROSHEL, J. Temporal change in carbon stocks of cocoa-gliricidia agroforests in Central Sulawesi, Indonesia. **Agroforestry System**, v.73, p.219-231, 2008.

VAZ, P. Sistemas agroflorestais como opção de manejo para microbacias. **Informe agropecuário**. Belo Horizonte. v.21, n. 207, 75-81p. 2000.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi relatada a relevância dos agricultores familiares, denotando sua importância no incentivo a práticas alternativas sustentáveis como os sistemas agroflorestais. Mostrou-se a necessidade de utilizar os sistemas agroflorestais pelas vantagens atribuídas a ele e já comprovadas por meio de diversos estudos, como a segurança alimentar, aumento da renda e redução dos efeitos negativos que são realizados em grande proporção ao ambiente. Nesta mesma linha foi frisado o aperfeiçoamento do uso dos sistemas agroflorestais por meio de sua manutenção através das análises dos atributos químicos do solo, que nos dão a capacidade de conhecer de forma mais específica a situação momentânea do solo das áreas de cultivo, permitindo que os tratamentos sejam feitos a estes, em casos de deficiência nutricional, para disponibilizar quantidades necessárias de elementos químicos essenciais ao desenvolvimento da planta.

Por sua vez, foi demonstrada através deste estudo que o uso da técnica tradicional de corte e queima da vegetação secundária eleva consideravelmente os teores de nutrientes e reduz a acidez dos solos em períodos aproximados a realização desta técnica, contribuindo com o aumento dos nutrientes temporariamente, o que é muito interessante para os solos Amazônicos que são consideravelmente ácidos. Essas vantagens citadas anteriormente são derivadas das cinzas que ficam sobre o solo. Em contrapartida, foi demonstrado que a área de vegetação triturada teve valores de nutrientes e ação contra a acidez dos solos em proporções semelhantes. Dessa forma recomenda-se que seja utilizada a prática alternativa de corte e trituração da vegetação secundária, devido esta reduzir a acidez do solo e elevar a quantidade de nutrientes a longo prazo, através da decomposição do material oriundo da vegetação remanescente. A prática tradicional de corte e queima permite os benefícios das áreas em curto prazo e oferece prejuízo econômico ao produtor se as plantas não aproveitarem proporcionalmente a quantidade de nutrientes ofertadas a elas, favorecendo por tanto a presença de plantas invasoras que deverão ser controladas, o que irá gerar custos ao produtor.

Em vista aos benefícios da matéria orgânica o estudo confirmou também a importância dos sistemas agroflorestais, de forma que os estes mantiveram valores dos nutrientes muito próximos aos valores da capoeira (vegetação secundária), denotando assim que através da diversificação das áreas de cultivo os SAFs conseguem ter características similares as áreas de floresta natural, contribuindo com a fauna local, protegendo o solo de processos erosivos e de lixiviação por períodos extensos devido a presença dos componentes do sistema, além de elevar a renda do agricultor que ao utilizar os SAFs passa a ter renda durante o ano todo, visto que tem

várias espécies que frutificam e são aproveitadas em períodos diferentes, garantindo também a segurança alimentar das famílias.

OBRIGADA!!