



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

ELLEN GLEYCE DA SILVA LIMA

**EVOLUÇÃO DE AGROECOSSISTEMAS FAMILIARES DO CORTE E QUEIMA
COM USO DE SISTEMAS ALTERNATIVOS EM MARAPANIM E IGARAPÉ-AÇU,
PARÁ**

**Belém-PA
2019**

ELLEN GLEYCE DA SILVA LIMA

**EVOLUÇÃO DE AGROECOSSISTEMAS FAMILIARES DO CORTE E QUEIMA
COM USO DE SISTEMAS ALTERNATIVOS EM MARAPANIM E IGARAPÉ-AÇU,
PARÁ**

Tese apresentada a Universidade Federal Rural
da Amazônia, como parte dos requisitos do
Programa de Pós-Graduação em Ciências
Florestais, área de concentração em Ciências
Florestais, para obtenção do título de Doutor.

Orientador: DR. Osvaldo Ryohei Kato

**Belém-PA
2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S586c Silva Lima, Ellen Gleyce da
EVOLUÇÃO DE AGROECOSSISTEMAS FAMILIARES DO CORTE E QUEIMA COM USO DE
SISTEMAS ALTERNATIVOS EM MARAPANIM E IGARAPÉ-AÇU, PARÁ / Ellen Gleyce da Silva
Lima. - 2019.
120 f. : il. color.
- Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais (PPGCF), Campus
Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2019.
Orientador: Prof. Dr. OSVALDO RYOHEI KATO
1. Sistemas agroflorestais. 2. Geotecnologias. 3. Agricultura familiar. 4. Agricultura itinerante. 5.
Educação ambiental. I. , OSVALDO RYOHEI KATO, *orient.* II. Título
-

CDD 630.275



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

**EVOLUÇÃO DE AGROECOSSISTEMAS FAMILIARES DO CORTE E
QUEIMA COM USO DE SISTEMAS ALTERNATIVOS EM MARAPANIM E
IGARAPÉ-AÇU, PARÁ**

ELLEN GLEYCE DA SILVA LIMA

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Ciências Florestais: área de concentração Manejo de Ecossistemas de Florestas Nativas e Plantadas, para obtenção do título de Doutor.

Aprovada em Agosto 2019.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Osvaldo Ryohei Kato - Orientador EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL

Dr^a. Débora Veiga Aragão – 1º Examinador EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL

Dr^a. Célia Maria Braga Calandrini de Azevedo– 2º Examinador EMBRAPA
AMAZÔNIA ORIENTAL

Dr^a. Cynthia Meireles de Oliveira – 3º Examinador UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DA AMAZÔNIA

Dr^a. Merilene do Socorro Silva Costa– 4º Examinador UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DA AMAZÔNIA

Dedico este trabalho a quem:

Semeou-me numa vida melhor em todas as dimensões e amplitudes, com as mãos e a alma de um cuidadoso semeador de jardins, roças e florestas. Além de me semear jamais deixou de regar, sombrear, proteger, mesmo que eu tenha sido por muitas vezes resistente. Todos os dias e noites está ao meu lado adubando meu “berço” para fortalecer minhas raízes.

Tem a paciência de me ver enfolhar em plenitude. E quando por vezes, fico desfolhada pelas secas existenciais, está sempre confiante nas próximas folhadas mais esverdejantes.

A cada dia contempla minhas flores e com generosidade valoriza meus frutos, mesmos os menos adocicados. Mesmo quando não estou uma planta frondosa, sempre descansa ao meu lado. Mais profundamente sabe e convive incondicionalmente com meus espinhos e minhas flores.

Cuidou de minhas “plantas filhas” enquanto eu tentava superar todos os medos e inseguranças de ser uma só planta e não uma floresta. Sempre me lembra que de alguma forma alguns dos meus poucos frutos pode nutrir algumas pessoas na luta por um mundo melhor.

Devo em completude as críticas, as reflexões e incentivo a este trabalho. É a essência da minha seiva, a chuva, o orvalho, a seca, o sol, a lua, a água, o solo e os nutrientes da minha vida...

A Deus e meu esposo Bruno Maltarolo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por permitir que eu chegasse até aqui, por me dá saúde e me ajudar a levantar todas vezes que pensei em desistir.

Agradeço a minha mãe por ser tão batalhadora e abrir mão muitas vezes de algo para si para nós da educação e nos mostrar o melhor caminho. Eu conseguir! Agradeço ao meu padrasto por toda dedicação, por muitas vezes ser o suporte que amparava minha mãezinha.

Agradeço ao meu esposo Bruno Maltarolo por todo conhecimento compartilhado e por aguentar meus desânimos, tristeza e dor. Mas também por sempre está ali em todas as conquistas para celebrar junto comigo, amo você.

Agradeço ao meu filho Kayke por aceitar e compreender todas as minhas ausências, viagens de coleta de campo e noites mal dormidas. Por sempre me dá carinho quando os nervos já não aguentavam mais de tanta pressão, és minha razão por todas as lutas enfrentadas.

Gostaria de agradecer a minha família irmã, irmãos, cunhadas e cunhados que me aplaudiram em todas as vitórias, mas que também me davam força para não desistir diante dos obstáculos. Vocês fazem parte desta linda história.

Ao CNPQ, pela bolsa concedida, sem ela eu não teria como conduzir os estudos desta tese.

A Universidade Federal Rural da Amazônia por me receber desde 2008 e agora ser parte de uma etapa final muito importante para minha carreira profissional, mais que uma instituição e sim minha segunda casa.

Ao Dr. Osvaldo Kato, que me acolheu como filha, me ensinou e puxou a orelha sempre que necessário. E que por muitas vezes foi um anjo protetor, sem palavras para dizer o quanto ele é um ser humano bom, obrigada.

A professora Tatiana Pará que pulou de cabeça e abraçou com muito carinho a minha tese, você foi parte essencial para que este trabalho pudesse ser feito. Profissional ímpar, dedicada e muito amiga, meu muito obrigada.

Aos alunos do IFPA Castanhal, Fernanda que me ajudou nas coletas de campo e ao Jandson que me ajudou na literatura.

Aos agricultores parceiros do projeto Tipitamba, meu muito obrigada por toda atenção dada e por sempre serem muito solícitos a todas as dúvidas e questionamentos levantados. A

comunidade acadêmica agradece por toda parceria formada, o conhecimento empírico fortaleceu este trabalho.

Aos membros do Lagan (laboratório de geo. da UFRA), em especial aos professores Merilene Costa e João Almiro por abrirem as portas do laboratório e me deixarem com a certeza de que teria apoio. Aos alunos de graduação Rodrigo Lima e Jéssica Lima que me ajudaram e contribuíram com este trabalho, muito obrigada.

A Embrapa pela estrutura e ferramentas cedidas ao meu trabalho, saibam que foi de extrema importância para conclusão deste trabalho. Sem deixar de mencionar o projeto Tipitamba no qual foi através dele que este trabalho foi conduzido, e foi através dele que também pude conhecer pessoas e profissionais excelentes que muitas vezes foram prestativos e sempre que possível me ajudaram a construir algo, meu muito obrigada.

Aos membros da Banca Débora Veiga, Célia Azevedo, Cyntia Meireles, Merilene Costa, obrigada por toda contribuição dada a esta tese.

Agradeço todo carinho e apoio das minhas amigas, Socorro Ferreira por nunca me negar qualquer ajuda, a Tais Nagaishi por sempre está disposta a me ajudar, Mayara Martins por sempre se fazer presente nas minhas maiores conquistas, vocês valem ouro, amo vocês.

E por ultimo mas não menos importante, a todos os colegas, professores e principalmente da coordenação do curso da pós-graduação em Ciências Florestais, pelo convívio e aprendizado, e por um olhar interdisciplinar acerca do mundo em que vivemos. A todos aqueles que de uma maneira ou de outra contribuíram para que este percurso pudesse ser concluído, proporcionando-me mais que a busca de conhecimento técnico e científico, mas uma LIÇÃO DE VIDA. Ninguém vence sozinho... OBRIGADO A TODOS!

RESUMO

Apesar do avanço das tecnologias na agricultura, ainda é bem comum entre os agricultores a prática da agricultura de corte e queima ou agricultura itinerante. Esta Tese objetivou avaliar a sustentabilidade de agroecossistemas com uso de sistemas alternativos ao modo de produção convencional (derruba e queima) visando o uso sustentável dos recursos naturais em duas comunidades do Nordeste Paraense. O trabalho foi desenvolvido no âmbito do projeto Tipitamba, constituído de agricultores pertencentes ao projeto em duas comunidades, Novo Brasil de Igarapé-Açu e São João de Marapanim. Para análise qualitativa foi aplicado um formulário de caracterização, por meio de indicadores em agroecossistemas familiares de forma participativa para apontar o estado de sustentabilidade dos agroecossistemas amostrados. Para os dados quantitativos das informações coletadas, houve uma sistematização, utilizando-se a ferramenta Microsoft Office Excel 2007. Foi feito o levantamento aerofotogramétrico da área de cada propriedade, a partir do uso de drone associado a um dispositivo móvel, em seguida foram feitas as classificações das imagens por uso e ocupação do solo, para esta análise o software Qgis 3.4 foi utilizado para as delimitações. Os dados no banco digital do INPE, produto do satélite AQUA_M-T, dos anos de 2000, 2005, 2010, 2015 e 2019. Todos no formato shapefile, e importados para ambiente SIG utilizando-se o programa Qgis 2.18, com Sistema de Referência de Coordenadas definido em SIRGAS2000, posteriormente empregado técnicas de SIG para a criação de uma superfície de densidades, utilizando o estimador de Kernel. Para análise qualitativa os resultados são apresentados em um gráfico do tipo ameba, permitindo a comparação do conjunto de indicadores entre os sistemas e a análise do nível de sustentabilidade de cada propriedade. Apesar deste método não abordar com profundidade alguns aspectos econômicos e sociais, verificou-se uma evidente sustentabilidade do atual modelo de agricultura+sistema agroflorestal adotado pelos agricultores participantes do projeto. As ocorrências de foco de calor foram detectadas em uma pequena proporção nas proximidades das propriedades, corroborando com a eficácia do projeto ao longo desses 18 anos de busca por uso alternativo do solo. Para área de classificação do uso do solo, mostrou a heterogeneidade de cada propriedade, com um percentual de 69% de área de reserva legal. As propriedades aumentaram a diversificação com ações positivas que indicam sustentabilidade nas propriedades e foi possível diagnosticar que há situações em que é possível e existe um sistema agrícola sustentável sendo praticado. Concluir que todos os agricultores entrevistados têm um elevado nível de percepção ambiental. Esta percepção é intrínseca às atividades agroecológicas desenvolvidas em suas unidades produtivas, que por sua vez, expressam uma relação harmoniosa com o ambiente. Dessa maneira, acredita-se que o trabalho propiciou aos agricultores um mapeamento da situação atual de seus lotes e forneceu-lhes dados relevantes ao planejamento do manejo dos sistemas de produção visando a sustentabilidade destes.

PALAVRAS CHAVE: Sistemas agroflorestais, Geotecnologias, Agricultura familiar, Gestão, Educação ambiental, Agricultura itinerante.

ABSTRACT

Despite the advancement of technologies in agriculture, it is still quite common among farmers to practice slash and burn agriculture or shifting agriculture. This Thesis aimed to evaluate the sustainability of agroecosystems using alternative systems to the conventional production method (cutting and burning) aiming at the sustainable use of natural resources in two communities in the Northeast of Pará. The work was developed within the scope of the Tipitamba project, consisting of farmers belonging to the project in two communities, Novo Brasil de Igarapé-Açu and São João de Marapanim. For qualitative analysis, a characterization form was applied, using indicators in family agroecosystems in a participatory way to point out the state of sustainability of the sampled agroecosystems. For the quantitative data of the collected information, there was a systematization, using the Microsoft Office Excel 2007 tool. An aerophotogrammetric survey of the area of each property was made, using a drone associated with a mobile device, then the images were classified by use and land occupation, for this analysis the Qgis 3.4 software was used for the delimitations. The data in INPE's digital bank, product of the AQUA_M-T satellite, from the years 2000, 2005, 2010, 2015 and 2019. All in shapefile format, and imported into the GIS environment using the Qgis 2.18 program, with Reference System Coordinates defined in SIRGAS2000, later employed GIS techniques for the creation of a density surface, using the Kernel estimator. For qualitative analysis, the results are presented in an amoeba-type graph, allowing the comparison of the set of indicators between the systems and the analysis of the level of sustainability of each property. Although this method does not address in depth some economic and social aspects, there was an evident sustainability of the current model of agriculture + agroforestry system adopted by the farmers participating in the project. The occurrences of heat sources were detected in a small proportion in the vicinity of the properties, corroborating the effectiveness of the project over these 18 years of search for alternative land use. For the land use classification area, it showed the heterogeneity of each property, with a percentage of 69% of legal reserve area. The properties increased diversification with positive actions that indicate sustainability in the properties and it was possible to diagnose that there are situations where it is possible and there is a sustainable agricultural system being practiced. Conclude that all interviewed farmers have a high level of environmental awareness. This perception is intrinsic to the agroecological activities developed in its production units, which, in turn, express a harmonious relationship with the environment. In this way, it is believed that the work provided farmers with a mapping of the current situation of their lots and provided them with relevant data for planning the management of production systems aiming at their sustainability.

KEYWORDS: Agroforestry systems, Geotechnologies, Family farming, Management, Environmental education, Itinerant agriculture.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de Localização dos municípios de Igarapé-Açu e Marapanim e Comunidades estudadas.....	59
Figura 2: Dados climatológicos para Igarapé-Açu.....	62
Figura 3: Dados climatológicos para Marapanim.	62
Figura 4 : Mapa de focos de calor do ano 2000 para o município de Igarapé-Açu, PA.	65
Figura 5 : Mapa de focos de calor do ano 2000 para o município de Marapanim, PA.	66
Figura 6 : Mapa de focos de calor do ano 2005 para o município de Igarapé-Açu, PA.	67
Figura 7 : Mapa de focos de calor do ano 2005 para o município de Marapanim, PA.	68
Figura 8 : Mapa de focos de calor do ano 2010 para o município de Igarapé-Açu, PA.	69
Figura 9 : Mapa de focos de calor do ano 2010 para o município de Marapanim, PA.	70
Figura 10 : Mapa de focos de calor do ano 2015 para o município de Igarapé-Açu, PA.	71
Figura 11 : Mapa de focos de calor do ano 2015 para o município de Marapanim, PA.	72
Figura 12 : Mapa de focos de calor do ano 2019 para o município de Igarapé-Açu, PA.	73
Figura 13 : Mapa de focos de calor do ano 2019 para o município de Marapanim, PA.	74
Figura 14 : Mapa de Localização dos municípios de Igarapé-Açu e Marapanim e Comunidades estudadas.....	81
Figura 15 : Mapa temático da propriedade de um agricultor familiar realizado em 2019.....	86
Figura 16 : Mapa temático da propriedade de um agricultor familiar realizado em 2019.....	89
Figura 17: Mapa temático da propriedade de um agricultor familiar realizado em 2019.....	91
Figura 18: Mapa temático da propriedade de um agricultor familiar realizado em 2019.....	93
Figura 19: Mapa temático da propriedade de um agricultor familiar realizado em 2019.....	95
Figura 20: Mapa temático da propriedade de um agricultor familiar realizado em 2019.....	97

Figura 21: Área de preservação permanente e um tanque de peixe dentro da propriedade 6 no município de Marapanim, PA.....	98
Figura 22: Mapa temático da propriedade de um agricultor familiar realizado em 2019.....	99
Figura 23: Quintal agroflorestal da propriedade 7 no Município de Marapanim, PA.	100

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Números de focos de calor distribuídos nos meses de maior ocorrência.....	61
Gráfico 2: Dimensões de qualidade de solo e saúde do cultivo em todas as propriedades. ..	103
Gráfico 3: Amoeba integrando índices de 14 indicadores na avaliação da sustentabilidade dos agroecossistemas com SAF's das propriedades de 1 a 7.....	103

Sumário

INTRODUÇÃO	11
OBJETIVOS	16
HIPÓTESES TESTADAS	16
1. A IMPORTÂNCIA DE PRODUZIR SEM QUEIMAR, REDUZIR PARA PROGREDIR. ...	17
1.1. INTRODUÇÃO	18
1.2. A AGRICULTURA DE CORTE E QUEIMA OU ITINERANTE	19
1.3. COMO FUNCIONA O SISTEMA	21
1.4. HISTÓRIA E CONCEITO SOBRE A AGRICULTURA DE CORTE E QUEIMA NAS FLORESTAS SECUNDARIAS.	22
1.5. PROBLEMAS/DESVANTAGENS DA DERRUBA E QUEIMA.....	23
1.6. CONSEQUÊNCIAS.....	24
1.7. EM RELAÇÃO A SUSTENTABILIDADE.....	26
1.8. MEIOS ALTERNATIVOS DE USO DO SOLO.....	27
1.9. CONCLUSÃO	32
1.10. SISTEMAS AGROFLORESTAIS NO BRASIL.....	33
1.11. SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA AMAZÔNIA.....	35
1.12. SAF’S EM ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE E RESERVA LEGAL	36
1.13. CICLAGEM DE NUTRIENTES EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS	39
1.14. SISTEMA AGROFLORESTAL VOLTADO PARA A SEGURANÇA ALIMENTAR E O CLIMA.....	41
1.15. DIVERSIFICAÇÃO PRODUTIVA NA AGRICULTURA FAMILIAR.....	43
REFERENCIAS	45
2. Uso de sistemas alternativos e a redução das queimadas: uma análise temporal de focos de calor nos municípios de Igarapé-Açu e Marapanim, Pará.....	55
2.1. INTRODUÇÃO	57
2.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	58
2.2.1. Área de estudo	58
2.2.2. Análise de kernel	59
2.3. RESULTADO E DISCUSSÃO	60
2.3.1. Quanto aos números de focos de calor e análise temporal	60
2.4. CONCLUSÃO	75
REFERÊNCIAS	76
3. PLANEJAMENTO PARTICIPATIVO PARA MUDANÇA DO USO DA TERRA COMO ALTERNATIVAS PARA O DERRUBA E QUEIMA NOS MUNICÍPIOS DE IGARAPÉ-AÇU E MARAPANIM, PARÁ.....	78
3.1. INTRODUÇÃO	78

3.2. MATERIAL E MÉTODOS	80
3.2.1. Área de estudo	80
3.2.2. Mapas de focos de calor	82
3.2.3. Mapa temático de uso e ocupação do solo	83
3.3. RESULTADO E DISCUSSÃO	84
3.3.1. Caracterização da propriedade, uso e ocupação do solo	85
3.3.2. Diversificação nas dimensões de qualidade do solo e saúde do cultivo com bases agroecológicas	100
3.4. CONCLUSÕES	109
REFERENCIAS	110
ANEXOS	115

INTRODUÇÃO

Com o avanço das tecnologias na agricultura, ainda é bem comum entre os agricultores a prática da agricultura de corte e queima ou agricultura itinerante. Sendo esse o principal componente de subsistência dos agricultores familiares, no qual definiu-se pela retirada da floresta para fins agrícolas, uma forma de uso do solo também conhecida como derruba e queima (FREITAS et al., 2013).

O tema deste trabalho tem origem em um conjunto de reflexões realizadas em 1995 onde iniciou-se estudos para o desenvolvimento e alternativas para o preparo de área sem o uso do fogo em propriedades de agricultores familiares através do arrendamento de terra sem a participação ativa deles nas decisões tecnológicas (Kato et al, 1999). A partir desses estudos através da técnica de corte e trituração em áreas arrendadas e o bom desenvolvimento da tecnologia, sentiu-se a necessidade de validação da tecnologia com o público alvo, os agricultores familiares. Para isso, foi necessário congrega os agricultores em volta da participação em ações experimentais e de diagnóstico o que levou os técnicos a adotar uma estratégia de buscar parcerias com os agricultores e suas organizações (SILVA, 2000).

O projeto Tipitamba iniciou suas atividades participativas no ano de 2000, as principais ações do projeto foram, a implantação de unidades demonstrativas de preparo de área sem queima através do sistema de corte e trituração, a recuperação de áreas degradadas, introdução de sistemas agroflorestais, e a aplicação de práticas agroecológicas nos sistemas de uso da terra além do incentivo ao fortalecimento das associações envolvidas.

A abrangência desses fatores de forma integrada foi de fundamental importância na medida em que se objetivou propor com base em conhecimentos referentes ao estudo de alternativas ao solo em substituição ao corte e queima, assim como dos instrumentos que visam a qualidade ambiental do mesmo, que esta pesquisa se mostrou relevante.

Para se entender melhor o objetivo deste trabalho, se faz necessário, conhecer esse tipo de uso do solo que possui duas fases: a primeira, onde a vegetação secundária (capoeira) cresce e acumula biomassa e nutrientes, e a segunda, onde é realizado o cultivo agrícola para produção de alimentos (DENICH, 1991; BRIENZA JUNIOR et al., 2011) onde se alterna períodos de cultivo e de pousio, quando a vegetação secundária (capoeira) se desenvolve por meio de rebrotas, de tocos, raízes e sementes que sobrevivem ao corte e à queimada, para após algum tempo, ser transformada em fertilizante para o próximo período de cultivo (KATO et. al., 2014).

Essa técnica visa diminuir as necessidades nutricionais das culturas com os nutrientes acumulados na vegetação secundária (MARCOLAN; LOCATELLI; FERNANDES, 2009). Porém, a queima da vegetação propicia a perda de nutrientes armazenados na biomassa

(KANASHIRO; DENICH, 1998). Essa forma de cultivo interrompe a reciclagem e os nutrientes que seriam adicionados gradativamente ao solo, pela decomposição da matéria orgânica, passam a ficar disponíveis de uma só vez, nas cinzas sobre a superfície do solo (MARCOLAN, et al., 2009).

A agricultura de corte e queima torna-se insustentável na medida em que são feitas repetidas queimadas, o que reduz o tempo de pousio entre os cultivos (DENICH; KANASHIRO; VLEK, 1999). Este sistema de cultivo necessita de pousios longos (sete a dez anos) para ser sustentável em termos produtivos (KATO, O. et al., 2014). Com essa prática o pousio diminui para 3-7 anos, no preparo de área para o plantio de culturas anuais típicas da agricultura familiar do nordeste do Estado do Pará, como a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), o milho (*Zea mays* L.) e o feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) (KATO et al. 1999; DENICH, 2001; BRIENZA JUNIOR et al. 2011).

Como consequência, a capacidade produtiva do solo reduz, gerada pela diminuição do período de pousio e o uso do fogo, os agricultores familiares são remetidos para o uso de práticas não conservacionistas, remetendo-se ao uso da grade para o preparo de área, reduzindo a capacidade regenerativa da capoeira, e como consequência a dependência do uso de insumos externos como, o uso de adubações químicas e o uso indiscriminado de agrotóxicos para o controle de pragas, doenças e ervas daninha (PEREIRA; VIEIRA, 2001).

Levando em consideração ainda, que as queimadas constantes representam uma contínua extração de nutrientes minerais e redução da matéria orgânica do solo a qual leva à degradação do solo e ao declínio da produtividade, além de provocar alterações no comportamento hídrico e fotossintético de espécies componentes da vegetação, emissão de gases do efeito estufa e riscos de incêndios acidentais (HOLSCHER et al., 1997). Além disso, é considerada a principal fonte de desmatamento (ARCO-VERDE; AMARO, 2012).

Diante deste cenário, os agricultores familiares são prejudicados com a perda de produtividade agrícola, e na maioria das vezes não dispõem de recursos financeiros suficientes para a recuperação da fertilidade do solo da propriedade, ficando impossibilitados de obter renda a partir da atividade agrícola. Desta forma, buscam-se alternativas sustentáveis para a agricultura de derruba e queima que possibilitem um maior período de pousio, que modifiquem a dinâmica de exploração dos recursos naturais e que possibilitem a recuperação das áreas alteradas pela atividade agrícola familiar. Se fazendo necessário o uso de novos sistemas produtivos onde a produção seja feita de forma diversificada e sustentável.

Para que seja implantada uma produção diversificada, se faz necessário buscar alternativas sustentáveis ao fogo. Uma das alternativas é a introdução de sistemas agroflorestais

que contribuem para a redução do desmatamento, contribui para o desenvolvimento rural sustentável, geração de renda e representa uma alternativa para o desequilíbrio ambiental já que seu manejo adequado oferece grande quantidade de material orgânico depositado nos solos (CORDEIRO, 2010, CARVALHO, 2011). Essa alternativa sustentável à agricultura de derruba e queima baseada em princípios agroecológicos, visa na melhoria de vida dos agricultores familiares, com desenvolvimento das espécies implementadas nos sistemas agroflorestais multiestratificados, enriquece a capacidade produtiva do solo, proporciona um uso mais consciente da terra, além de corroborar com a preservação do meio ambiente.

Todavia, a sustentabilidade é algo que não pode ser obtido instantaneamente, ela é um processo de mudança, de aperfeiçoamento constante e de transformação estrutural que deve ter a participação da população como um todo, e a consideração de suas diferentes dimensões (BENETTI, 2006). E para se entender um pouco mais da sustentabilidade do local estudado, algumas ferramentas são utilizadas, neste trabalho foram utilizados o drone e questionários aplicados, bem como dados fornecidos por satélites de referência do INPE. Onde o drone que é uma aeronave que possui a capacidade de voar sem tripulação e podem ser pilotadas remotamente ou automaticamente. No qual suas aplicações são variadas e no Brasil há uma grande inclinação para desenvolvimento de soluções em vigilância, monitoramento de recursos e, sobretudo, na agricultura (FURTADO et al., 2008). Uma das diversas aplicações dos drones é no sensoriamento remoto, quando aplicado à fins agrários inclui possibilidade de monitoramento ambiental, manejo de recursos naturais, técnicas de Agricultura de Precisão (AP), monitoramento florestal, entre outros (LONGHITANO, 2010).

O sensoriamento remoto (SR) é uma ciência que tem como objetivo a obtenção de informações de um objeto, área ou fenômeno através da análise de dados que são assimilados através de um dispositivo que não possui contato direto com essas fontes de informação (LILLESAND et al., 2014). Essa ciência aplicada à agricultura pode ser um importante instrumento para melhorar o gerenciamento da produção agrícola. Entre as inúmeras possibilidades de aplicação existe a utilização de Índices de Vegetação através do processamento das imagens, embora existam diversos índices com funções distintas, entre outros indicadores importantes para tomada de decisão (OLIVEIRA, 2015). Vale ressaltar, a importância do uso dos drones na agricultura, uma vez que o mapeamento aéreo com drones não é um trabalho artístico, é um trabalho de engenharia. Não são fornecidos imagens aéreas e sim dados, indicadores qualitativos e quantitativos para uma gestão estratégica do terreno.

Deste modo, a pesquisa foi desenvolvida na busca por respostas ao desenvolvimento sustentável de propriedades pertencentes a agricultura familiar, expôs como alternativa o

preparo de área sem o uso do fogo, através do sistema alternativo de corte e trituração, difundido pelo projeto Tipitamba, da Embrapa Amazônia Oriental.

Esse sistema foi escolhido pela proposição do enriquecimento na capacidade produtiva do solo, e por elencar um uso mais consciente da terra e propiciar a preservação do meio ambiente consequentemente, à sustentabilidade do sistema de produção (SAMPAIO et al., 2008).

E foi pensando nesta sistematização da tecnologia de corte e trituração no dia a dia destes familiares, que o projeto Tipitamba, estreitou contatos na busca de alternativas baseadas em princípios agroecológicos com o uso sustentável da terra, a redução da dependência do uso de insumos externos, a recomposição da paisagem agrícola através da implantação de sistemas agroflorestais, através das ações participativas que buscam consolidar as técnicas alternativas ao uso do fogo no preparo de área para plantio.

Esta tese, nem de longe, se propõe a esgotar o assunto, primeiro, devido a carência de estudos nesta temática; segundo, porque corrobora com a gestão das propriedades. Qualquer que seja, é tarefa bastante difícil, para não dizer por demais pretensiosa. Mesmo para os mais proeminentes cientistas do trabalho. Talvez, mais do que trazer respostas, esta pesquisa tenha como propósito elencar elementos, que permitam enriquecer o debate, acerca do uso alternativo do solo.

Esta tese está dividida em 3 capítulos, o primeiro capítulo traz uma revisão de literatura, com objetivo de enriquecer a temática. Faz um apanhado sobre a agricultura de corte e queima, os sistemas agroflorestais e a diversificação de espécies como alternativa. Pois, os sistemas agroflorestais sequenciais que combinem essas duas práticas conservacionistas apresentam grande potencial para a região do Nordeste Paraense. Entretanto existem poucos estudos na região com o uso da geotecnologia, uma tecnologia de ponta capaz de aumentar a viabilidade econômica de pequenos agricultores rurais. Bem como facilitar o levantamento de falhas no plantio, obter mapas com a diversificação desses agroecossistemas.

No segundo capítulo, veremos uma análise temporal dos focos de calor, no qual teve como objetivo acompanhar a ocorrência de queimadas nas comunidades estudadas em propriedades de parceiros do projeto Tipitamba (roça sem fogo), nos municípios de Igarapé-Açu e Marapanim- PA.

E no ultimo capítulo, trago resultados que expõe o uso e ocupação do solo e seus resultados com o projeto Tipitamba, bem como, a diversificação nas propriedades. Isso tudo com o uso da geotecnologia. E tem por objetivo compreender a dinâmica de uso da terra em

unidades de produção familiar, visando o uso sustentável dos recursos naturais sem o uso do fogo na agricultura em duas comunidades do Nordeste Paraense.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Compreender a dinâmica de uso da terra em unidades de produção familiar, com agroecossistemas compostos por SAF's como alternativas ao modo de produção convencional (derruba e queima) visando o uso sustentável dos recursos naturais em duas comunidades do Nordeste Paraense.

Objetivos Específicos

- a. Levantar, sistematizar e selecionar nas próprias comunidades de abrangência do projeto experiências com bases agroecológicas e métodos alternativos (ecológicos) de produção que assegurem a conservação dos recursos naturais.
- b. Analisar e quantificar os focos de calor em uma análise temporal de 18 anos, nos municípios Igarapé-Açu e Marapanim, PA.
- c. Elaborar um mapeamento temático uso, ocupação do solo e caracterização da propriedade.
- d. Analisar a diversificação nas dimensões de qualidade do solo e saúde do cultivo, visando estimar o estado dos agroecossistemas das propriedades.

HIPÓTESES TESTADAS

H0: O planejamento da propriedade familiar diminui o nível de degradação ambiental e aumenta sustentabilidade econômica.

H0: Com a diversificação de espécies agroflorestais, a propriedade torna-se uma unidade mais forte no aspecto ambiental, econômico e social.

H0: A adoção do sistema Roça Sem Queimar contribui para a propriedade se manter ambientalmente adequada e produtiva.

1. A IMPORTÂNCIA DE PRODUZIR SEM QUEIMAR, REDUZIR PARA PROGREDIR.

THE IMPORTANCE OF PRODUCING WITHOUT BURNING, REDUCE TO PROGRED.

Manuscrito formatado para Scientia Forestalis.

RESUMO: A agricultura de corte e queima é praticada há milhares de anos nas áreas florestadas do planeta, principalmente nas regiões tropicais. Sua prática envolve uma gama de técnicas que denotam seu caráter diversificado e itinerante, aproveitando o capital energético da floresta em recomposição. Muitos estudos atestam a sustentabilidade desses sistemas quando praticados tradicionalmente e sob baixas densidades populacionais, mantendo, ou mesmo, promovendo a biodiversidade local e garantindo a subsistência de muitas populações pobres rurais. No entanto, é crescente na literatura acadêmica e no debate político o papel que a agricultura de corte e queima vem desempenhando no desmatamento e demais impactos ambientais e socioeconômicos. Esse processo é consequência das mudanças no uso do solo, da intensificação agrícola e do aumento demográfico que, estão alterando as práticas e comprometendo a sustentabilidade desses sistemas agrícolas tradicionais. No rastro dessas preocupações, este estudo traz uma revisão do tema na literatura com os objetivos de traçar um panorama geral do que foi produzido até o momento, identificar as principais correntes teóricas envolvidas e apontar as alternativas propostas para sua manutenção.

PALAVRAS CHAVE: Queimadas, Agricultura migratória, Impactos ambientais, Agricultura Familiar, Conversão florestal, Amazônia Central.

ABSTRACT

Slash and burn agriculture has been practiced for thousands of years in the forested areas of the planet, especially in tropical regions. Its practice involves a range of techniques that denote its diverse and itinerant character, harnessing the energetic capital of the rebuilding forest. Many studies attest to the sustainability of these systems when practiced traditionally and under low population densities, maintaining or even promoting local biodiversity and ensuring the livelihoods of many rural poor populations. However, in the academic literature and political debate, the role that slash and burn agriculture has played in deforestation and other environmental and socioeconomic impacts is growing. This process is a consequence of changes in land use, agricultural intensification and demographic increase that are changing practices and compromising the sustainability of these traditional agricultural systems. In the wake of these concerns, this study brings a review of the theme in the literature with the purpose of drawing an overview of what has been produced so far, identifying the main theoretical currents involved and pointing out the proposed alternatives for its maintenance.

KEYWORD: Burning, Migratory Agriculture, Environmental Impacts, Family Farming, Forest Conversion, Central Amazon.

1.1. INTRODUÇÃO

Atualmente uma grande extensão de cobertura de vegetação composta por florestas secundárias presente na região tropical, onde a mesma, passa por diferentes transformações que estão vinculadas a diversos tipos de usos do solo, um exemplo é a agricultura de corte e queima, que têm como principal finalidade o estabelecimento de sistemas agrícolas e pastagens (BRANCALION et al., 2012; CHAZDON, 2012; MASSOCA et al., 2012).

Muitos estudos vêm sendo realizados na tentativa de compreender a dinâmica desses sistemas, bem como os desdobramentos ambientais e socioeconômicos de sua prática. No entanto, é difícil de encontrar algo que pondere na literatura acerca do assunto, na maioria são diferentes abordagens, muitas vezes antagônicas, o que se têm tido maior ou menor impacto de acordo com o cenário político e acadêmico da época. É possível observar na literatura estudos que tratam a agricultura de corte e queima, em diferentes graus, como um método predatório e destrutivo dos recursos naturais dos trópicos úmidos, oferecendo muitas vezes alternativas para substituí-la. Da mesma forma, estudos que buscam atestar o caráter sustentável de sua prática são frequentes, ao mesmo tempo em que propostas são elaboradas para promover a manutenção desse sistema agrícola tradicional.

Deste modo, este artigo tem como objetivo revisar a literatura sobre agricultura de corte e queima para envolver os diferentes modos com que o tema é abordado. Será feito um estudo descritivos dos sistemas como um todo, bem como de seus componentes em separado, na tentativa de caracterizá-los ou de identificar as práticas e técnicas que promovem sua sustentabilidade. Em seguida, são analisados os impactos ambientais causados pela prática agrícola de corte e queima, principalmente aqueles que creditam à sua prática parte da responsabilidade pelo desmatamento e perda de biodiversidade das florestas tropicais, pelo aquecimento global, pela erosão e pelo empobrecimento de solos. Estamos sob constantes mudanças ambientais e socioeconômicas, é de fundamental importância os estudos que analisam as transformações nas formas de uso do solo e seus desdobramentos, bem como na subsistência das populações de agricultores que praticam a agricultura itinerante. No final, é feita uma análise das propostas que vêm sendo elaboradas na tentativa de substituir a agricultura de corte e queima ou de promover sua sustentabilidade por meio de tecnologias de baixo impacto e de alternativas de renda para os agricultores tradicionais.

1.2. A AGRICULTURA DE CORTE E QUEIMA OU ITINERANTE

Definição e abrangência

A queimada é um processo de queima de biomassa que pode ocorrer por razões naturais ou ser provocada pelo homem. Sua evolução passa pelos estágios de ignição, chamas, brasas e extinção. A ignição depende do material a ser queimado (biomassa) e de fatores ambientais como temperatura, umidade relativa do ar e vento. Por ser um processo de baixo custo, destinado a limpar uma área, é bastante usado por pequenos agricultores, que são os responsáveis pelo maior número de focos de incêndio. Os agricultores têm como objetivos para a queimada, além de limpar a área de cultivo, renovar a pastagem ou facilitar a colheita da cana-de-açúcar (GASPAR, 2013).

Somado a isso, o fogo também é empregado com o intuito de limpar e manejar o terreno para as produções agrícolas, tanto de cunho animal, como vegetal. É evidente que o uso do fogo destaca-se como uma prática comum no meio rural, por ser uma técnica eficiente sob o ponto de vista dos produtores. Os agricultores utilizam a queima para diversas finalidades, por considerá-la um meio prático, como limpeza do terreno para eliminar restos culturais, aumento da disponibilidade de nutrientes no solo e, conseqüentemente, da sua capacidade produtiva, redução da incidência de pragas, doenças e gastos com mão-de-obra para limpeza do terreno, redução dos custos de produção, eliminação ou retardo das plantas daninhas, entre outras (MESQUITA, 2013; ACRE, 2001; DIAZ et al., 2002).

Segundo Coutinho (2005) afirma-se o fogo como um promovedor da ascensão da fertilidade dos solos, uma vez que provoca a combustão das camadas vegetais existente. Isso se deve, pois, apesar de parte dos nutrientes serem volatizados, uma boa quantidade desses é depositada no solo sob a forma de cinzas, aumentando a quantidade de nutrientes disponíveis para o crescimento e desenvolvimento das culturas. Em alguns estados a queima controlada é de conhecimento e liberada pelas autoridades competentes, como é o caso de Roraima, estado que apresenta altos índices de queimadas, a Femarh (Fundação Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos), e as demais instituições que compõem o Comitê Estadual de Prevenção e Controle de Queimadas e Combate a Incêndios Florestais, já delimitaram o calendário para uso do fogo no estado, que vai de fevereiro a março.

Em sistemas que praticam este tipo de cultivo, as plantas agrícolas precisam capturar rapidamente os nutrientes provenientes das cinzas, pois ligeiramente, estas substâncias serão

movidas ou serão aproveitadas por plantas não agrícolas (GLIESSMAN, 2008). Pode-se dizer que, a utilização do fogo na agricultura tem um duplo efeito: suprime as ervas e converte a biomassa em cinza, que é rica em nutrientes como nitratos, fosfatos, potássio, etc. (SCHIER et al., 2013).

Todavia, a insustentabilidade dos moldes da derruba e queima é caracterizada pela perda do poder de regeneração da capoeira e, conseqüentemente, pelo empobrecimento da vegetação e finalmente pelo declínio na produtividade (RODRIGUES et. al., 2007).

A agricultura de corte e queima, na sua definição mais ampla, é qualquer sistema agrícola contínuo no qual clareiras são abertas para serem cultivadas por períodos mais curtos de tempo do que aqueles destinados ao pousio (CONKLIN, 1961; POSEY, 1984; EDEN & ANDRADE, 1987; KLEINMAN et al., 1995).

McGrath (1987) a define como uma estratégia de manejo de recursos, onde os campos sofrem rotação de forma a explorar o capital energético e nutritivo do complexo natural solo-vegetação da floresta, muitas vezes constituindo a única fonte de nutrientes para as roças. A agricultura de corte e queima é uma adaptação altamente eficiente às condições onde o trabalho, e não a terra, é o fator limitante mais significativo na produção agrícola (Boserup, 1965).

Na literatura, muitos são os termos usados para denominá-la, como swidden (Inglaterra), rai (Suécia), coivara, milpa, conuco, roza, chacra, chaco (América Latina), shamba, chitemene (África), jhum (Índia), kaingin (Filipinas), ladang (Indonésia e Malásia), dentre outros. No entanto, os termos mais abrangentes e frequentes na literatura para designar esse sistema agrícola são: agricultura de corte e queima (slash-and-burn agriculture), agricultura itinerante (shifting cultivation) e, menos frequentemente, swidden. Eden (1987) sugere o uso do termo “swidden” para denominar o cultivo itinerante no sentido estrito, no qual as clareiras abertas são queimadas e cultivadas por um período menor que aquele destinado ao pousio. O uso deste termo foi encorajado por antropólogos, embora não tenha sido adotado pela maioria dos pesquisadores de outras áreas, que atualmente preferem agricultura itinerante (shifting cultivation) e agricultura de corte e queima (slash-and-burn agriculture).

No entanto, seu uso varia bastante e alguns equívocos podem ocorrer. Numa tentativa de padronizar e diferenciar os dois termos, Sanchez e colaboradores (2005) sugerem o uso da agricultura itinerante para denominar o sistema de rotação tradicional com longos períodos de pousio, equivalente ao swidden proposto por Eden (1987), e a agricultura de corte e queima

para denominar outros sistemas de cultivo caracterizados por corte e queima da vegetação, associados a curtos períodos de pousio ou, até mesmo, sua inexistência. Vale ressaltar, que é um artigo de revisão e que muitos termos usados são semelhantes, usarei agricultura “de corte e queima” e “itinerante” como sinônimos.

Quanto à sua abrangência, a agricultura de corte e queima é realizada atualmente por toda a região tropical do planeta, estendendo-se até as florestas subtropicais. Num estudo publicado por Lanly (1982), a agricultura de corte e queima era responsável pela formação de cerca de dois terços do total de florestas secundárias do mundo.

Do total da área ocupada por florestas secundárias originadas por abandono de cultivo, 47% estariam na América Latina e o restante dividido entre África e Ásia (Lanly, 1982). Alguns autores estimam que na Amazônia, dependendo das atividades produtivas estabelecidas nas áreas desmatadas, as florestas secundárias podem vir a se tornar o ecossistema predominante (Pereira & Vieira, 2001). A agricultura de corte e queima é, ainda, a principal responsável pela subsistência de cerca de 250 a 500 milhões de pessoas ao redor do mundo, a maior parte delas nos trópicos (Lanly, 1982; Brady, 1996); que usam 240 milhões de hectares de florestas densas e 170 milhões de hectares de florestas abertas, aproximadamente 21% da área total coberta por floresta tropical no mundo (Lanly, 1982). Só na Amazônia, o sistema tradicional de corte e queima é responsável pela alimentação de cerca de 600 mil famílias de pequenos produtores (Homma et al., 1998).

1.3. COMO FUNCIONA O SISTEMA

Muitos estudos mostram a sustentabilidade desse sistema quando cometido tradicionalmente e sob baixas densidades populacionais, mantendo, ou mesmo, promovendo a biodiversidade local e garantindo a subsistência de muitas populações pobres rurais.

Essa prática de preparo de área para plantio é utilizada, há séculos pelos agricultores familiares da Amazônia e de várias regiões tropicais, Uma técnica versátil que aproveita o capital energético da floresta em recomposição. No sistema de agricultura familiar, as queimadas ocorrem no final do período de pousio, entre dois períodos de cultivo, quando a vegetação secundária que cresce após o período de cultivo (capoeira) é cortada, seca e queimada, para disponibilizar ao solo, as cinzas, as quais atuam como fertilizante, uma vez que contêm nutrientes acumulados pela vegetação secundária, além de funcionar como corretivo de acidez (SÁ et al., 2007; KATO et al., 1999). Esta agricultura de subsistência ou agricultura

itinerante, normalmente é praticada por agricultores em pequena escala, e se destaca entre as várias formas de uso do solo para fins agrícolas (FREITAS et al., 2013). As roças, em sua maioria são formadas através deste sistema de produção (OLIVEIRA et al., 2007).

1.4. HISTÓRIA E CONCEITO SOBRE A AGRICULTURA DE CORTE E QUEIMA NAS FLORESTAS SECUNDARIAS.

A agricultura de corte e queima é, possivelmente, o sistema de cultivo mais antigo do mundo (Nye & Greenland, 1960), cometida desde o Neolítico, quando as populações humanas foram substituindo pouco a pouco os hábitos caçadores pelo sedentarismo proporcionado pelas atividades agropastoris (Dean, 1996).

De acordo com (Schüle, 1990) antes do aparecimento da agricultura, o fogo de origem antropogênica pode ter contribuído indiretamente para mudanças nos ecossistemas florestais e no clima.

Nas regiões temperadas, a agricultura de corte e queima era bastante difundida na Antiguidade, mas o aumento populacional na Europa e Ásia, especialmente a partir do século XVIII, conduziu à intensificação das práticas agrícolas e ao abandono desta prática (Boserup, 1965; Worster, 2003). Segundo Boserup (1965), em 1800 sua área de abrangência estava restrita a remanescentes florestais esparsamente povoados da Eurásia temperada e em montanhas do Japão e da Coreia. Na Suécia, entre os séculos IX e XVI, sua prática foi incentivada pelo governo como forma de garantir a subsistência da população mais pobre e servir como um meio econômico para converter áreas florestadas em áreas habitáveis, que retornariam em forma de impostos para o reino (Hamilton, 1997).

Nas florestas tropicais, como as da Amazônia, por exemplo, onde grande parte das espécies vegetais silvestres não é comestível ou possui difícil acesso para coleta, a agricultura de corte e queima foi uma estratégia adaptativa importantíssima para a economia de subsistência ali praticada (Sponsel, 1986). Ainda assim, alguns autores estão contestando a antiguidade dos sistemas agrícolas de corte e queima na região amazônica. Denevan (1991) sugeriu que a agricultura de corte e queima com longos períodos de pousio na Amazônia foi uma prática introduzida após a chegada dos espanhóis, adotada somente quando ferramentas de metal tornaram-se disponíveis. Ele argumenta que apenas com ferramentas de pedra seria difícil abrir clareiras nas densas florestas amazônicas. Por isso, as roças seriam mais recentes e teriam sofrido um processo de desintensificação, conforme a agricultura de corte e queima foi se

expandindo após a colonização. O mesmo parece ser verdade na América do Norte (Doolittle, 1992).

A importância da agricultura de corte e queima para a subsistência das populações pré-Cabralinas na Amazônia também vem sendo discutida sob a perspectiva dos processos de formação da terra preta de índio (Lima et al., 2002; German, 2003). No Brasil, os autores Heckenberger et al. (2003) argumentam que grandes áreas florestais, até então interpretadas como primárias, são, de fato, florestas secundárias manejadas no passado por povos indígenas. Na Mata Atlântica, o manejo humano por populações pré-Colombianas também pode ser identificado através de evidências de atividades de povos caçadores-coletores na região, que datam de 11 mil anos. Esses vestígios evidenciam, inclusive, uma gradual passagem da coleta de produtos vegetais para o seu plantio e cultivo por meio do desenvolvimento da técnica de corte e queima da floresta (Dean, 1996).

1.5. PROBLEMAS/DESVANTAGENS DA DERRUBA E QUEIMA

Os desmatamentos e as queimadas são duas práticas distintas, mas tradicionalmente associadas, porque em sequência à derrubada da vegetação, quase sempre há a queima do material vegetal. A partir disso, engloba-se essas duas práticas como duas das maiores questões ambientais enfrentadas, atualmente, pelo Brasil (GONÇALVES, et al.; 2012).

A intensidade e o uso indiscriminado das queimadas transformaram-se em um grave problema ambiental para o país. A ampliação da pecuária bovina contribuiu para a incrementação do emprego do fogo. Além do mais, os incentivos fiscais atuaram como condutores dos desmatamentos nas décadas de 70 e 80 e, desde 1991, vêm aumentando com o processo de desflorestamento em um ritmo variável, no entanto mais rápido, na região Amazônica (ALENCAR, et al.; 2005). Em consonância, o desmatamento na região é decorrente de um conjunto de forças norteadoras, tais como: fragilidade institucional, políticas públicas (econômicas, ambientais e sociais), agrotecnológicas e não menos importante, os interesses governamentais que combinam entre si e agem em consonância na manutenção desta prática no estado (BRASIL, 2009).

Em relação às queimadas dos materiais vegetais, para haver efetividade nessa prática, são necessários três elementos básicos, a saber: combustível, comburente e temperatura de ignição. A combinação destes elementos produz uma reação em cadeia que tem, como um de seus produtos, o fogo (SOUZA, 2008). Esse procedimento ocorre tanto de forma natural, como

intencional (CABRAL, et al.; 2013). Atrelado a isso, são produzidos, pela combustão, diversos gases e compostos poluentes e tóxicos para os seres vivos, como o monóxido de carbono (CO), óxidos nitrosos (NO₃), hidrocarbonetos e partículas de aerossóis, os quais são incorporados na atmosfera sendo transportados e misturados (ANDREAE, 1991). Esses elementos sofrem reações fotoquímicas que auxiliam a formação de poluentes secundários como o ozônio (O₃), aldeídos e os peroxiacil nitratos, sendo estes mais tóxicos do que seus precursores (RIBEIRO, 2001).

De acordo com Nepstad e colaboradores (1991a), na floresta Amazônica, as populações de animais que se movimentam lentamente são severamente prejudicadas pelo fogo. A morte de árvores frutíferas provocada pelo ele pode levar à falta de alimentos para os mamíferos frutívoros da floresta, da mesma maneira como as secas severas culminam na falta de alimento e na redução de suas populações. As espécies de mamíferos da floresta que dependem de frutos para sua alimentação, e que podem sofrer redução populacional como um resultado do incêndio florestal incluem antas, grandes macacos, porcos selvagens, veados e cutias.

As reduções da massa florestal e a fumaça emitida pelas queimadas podem influenciar o regime de chuvas local, provocando uma redução nos níveis de precipitação (ANDREAE et al. 2004). Então, com a mortalidade da floresta ocorre uma redução na área foliar, o que diminui a quantidade de água que deixa a floresta por meio da transpiração. A floresta amazônica transpira quantidades relativamente altas de água que desempenha um papel importante no sistema do clima regional (NEPSTAD et al., 1991b).

O fogo pode provocar o aumento da temperatura do solo e através disso, ocasionar a oxidação da matéria orgânica, concentrando os teores de P ligados a Al, Fe e Ca e volatilizando os teores de P de compostos orgânicos, além de reduzir os teores de Ca, K e Mg na solução do solo pela lixiviação. Ainda mais, muitas substâncias nitrogenadas (N₂) e sulfatadas (SO₂) são perdidas nesse processo (FASSBENDER & BORNEMISZA, 1987).

1.6. CONSEQUÊNCIAS

Um dos principais efeitos negativos da queima da vegetação para a agricultura, durante o preparo de área para o plantio, é o representado pelas perdas de nutrientes acumulados na biomassa da vegetação na fase de pousio, entre dois períodos de cultivo, que atingem valores de 96% do nitrogênio, 47% do fósforo, 48% do potássio, 35% do cálcio, 40% do magnésio e

76% do enxofre, além da perda de cerca de 98% do carbono que é liberado para a atmosfera, conforme estudos realizados na região nordeste do Estado do Pará (DENICH et al., 2005).

Portanto, a grande perda de nutrientes provocada pelo fogo dá-se em forma de transferência para a atmosfera. Durante as queimadas, o elemento de maior perda é o nitrogênio que está presente na fitomassa e vai como forma de fumaça para a atmosfera.

Todos os anos milhares de queimadas acontecem no Brasil, tanto de forma espontânea como acidental ou criminosa, acarretando prejuízos enormes ao meio ambiente, atingindo os aspectos biológicos (fauna e flora), os aspectos físicos (solo e água) e os climáticos (temperatura, umidade relativa do ar, efeito estufa). As principais consequências das queimadas são:

- Empobrecimento do solo;
- Desequilíbrio no ecossistema;
- Aumento na concentração de nutrientes na camada superficial do solo;
- Danos no ecossistema, com a morte de plantas e animais;
- Eliminação da matéria orgânica do solo e dos microrganismos existentes na área afetada, diminuindo a fertilidade do solo e a transformação da matéria orgânica em húmus, que é realizada pelos microrganismos;
- Aumento progressivo da erosão do solo e suas consequências: diminuição da infiltração de água e intensificação das enxurradas causadoras dos assoreamentos, perda do solo agrícola e da qualidade da água dos mananciais;
- Aumento da temperatura do solo, provocando a oxidação da matéria orgânica;
- Liberam gases para a atmosfera, que contribuem para a destruição da camada de ozônio na estratosfera, possibilitando que os raios ultravioletas atinjam a terra em maior quantidade e causem efeitos cancerígenos e mutagênicos;
- Redução do volume de águas subterrâneas (lençol freático), afetando o abastecimento de água para as populações urbana e rural;
- Produção de névoa seca que escurece os céus;
- Destruição dos *habitats* dos animais;
- Problemas de saúde;
- Influência no aquecimento solar;
- Alteração na qualidade do solo e do ar;
- Interferência na vegetação;
- Prejuízo para a biodiversidade.

1.7. EM RELAÇÃO A SUSTENTABILIDADE

Atualmente, muitos trabalhos vêm sendo desenvolvidos em resposta as práticas de derruba e queima executadas pelos produtores, devido os inúmeros problemas causados. Segundo Serra (2005), é possível produzir sem o uso do fogo, objetivando a sustentabilidade do local, principalmente, embasado nos ideais agroecológicos, os quais incentivam os pesquisadores a penetrar no conhecimento e nas técnicas dos agricultores para, através disso, desenvolver agroecossistemas com uma dependência mínima de insumos, agroquímicos e energéticos externos (ALTIERI, 1987).

As unidades de roça sem queimar articulam fases consecutivas de preparo de área com a utilização de essências florestais da vegetação originária da localidade. Contribuindo, nesse sistema ocorre a implementação, principalmente, de leguminosas, entre outras espécies arbóreas, ambas com o desígnio de promover a fertilidade do solo, a manutenção da cobertura do solo e a produção de biomassa vegetal, a qual será incorporada ao solo (SERRA, 2004).

O processo de derruba e queima embora tenha se mantido estável por milhares de anos o que até sugere uma suposta sustentabilidade, a prática de derrubar e queimar associada ao crescimento demográfico eventualmente levaria ao colapso do ecossistema, acompanhado pelo colapso dos assentamentos humanos na Europa (KIRLEIS, 2014), Ásia (HUNT; RABETT, 2014), África e Américas (MARCHANT; LANE, 2014; MAZOYER; ROUDART, 2010a; MONTGOMERY, 2007). Seja por uma fronteira política ou geográfica, as frentes pioneiras se viram encurraladas e, sem ter mais para onde progredir, precisaram absorver mais habitantes (RIBEIRO MONTEIRO, 2007; TREMBLAY et al., 2015). A necessidade de alimentar uma população cada vez maior em um território menor encurtava continuamente o tempo de pousio, interrompendo a regeneração florestal.

Nos locais onde ainda se pratica a derruba e queima (América do Sul, Ásia e África), o crescimento da população é em média 3% ao ano, bem mais que o 1% do neolítico. Com isso, a população dobra a cada geração. O tempo de pousio é em média de 5 a 6 anos, o que a torna essencialmente insustentável (PASINI, 2017).

1.8. MEIOS ALTERNATIVOS DE USO DO SOLO

Segundo Altieri e Nicholls (2000) uma estratégia ecológica para nortear a busca de uma agricultura sustentável deve objetivar, em longo prazo, o mantimento dos recursos naturais e da produção agrícola, diminuir os impactos causados ao meio ambiente, possuir viabilidade e eficiência econômica, satisfazer as necessidades humanas e responder às carências sociais das famílias e comunidades rurais.

Esses autores embasados nos ideais agroecológicos, acreditam no manejo sustentável dos agroecossistemas como favorecedores da diversificação vegetal e animal em nível de espécie, como promovedores da reciclagem de nutrientes e matéria orgânica, além de atuar no aperfeiçoamento da disponibilidade desses materiais e nos ciclos biogeoquímicos. Por meio disso, possibilita condições edáficas ótimas para crescimento dos cultivos manejados estimulando a biologia e a manutenção da água no solo, também, ainda propicia a diminuição da erosão mediante medidas preventivas considerando a abordagem sistêmica entre plantas, animais e plantas com animais.

A agroecologia perpassa neste ambiente de aspiração e consolidação de novos conhecimentos. Com um novo enfoque científico, ela é capaz de dar suporte a uma transição aos estilos de agriculturas sustentáveis e, com isso, contribuir para o estabelecimento de processos de desenvolvimento sustentável (CAPORAL; COSTABEBER, 2004).

Segundo Altieri (2004) e Gliessman (1990), a ciência agroecológica possui caráter amplo e com enfoque desde a propriedade. Ela tem como intuito, compreender toda a complexidade dos processos biológicos e tecnológicos, impreterivelmente, durante a produção, além dos aspectos econômicos e políticos. A partir disso, basicamente, detém-se aos procedimentos de circulação dos bens produzidos até que cheguem ao consumidor, almejando a transformação em um produto de consumo.

Como alternativa ao sistema de derruba e queima, surgiu a proposta para preparo de área sem o uso do fogo. Inicialmente essa proposta consistia no trabalho manual, todavia, houve a necessidade de grande mão-de-obra para a sua aplicação. Então, fez-se necessária a reconsideração da prática (SAMPAIO; KATO; SILVA, 2008). Com o intuito de reduzir o trabalho manual, buscou-se alternativa de forma a facilitar essa operação utilizando-se ensiladeira de forragens, em contrapartida, acabou demandando mais mão-de-obra (DENICHet al., 2004a).

Com isso, a Embrapa Amazônia Oriental em parceria com a Universidade de Göttingen, projetou e construiu, devido a inexistência de um implemento agrícola eficaz e ao mesmo tempo de baixo custo, um protótipo para trituração de capoeira moto mecanizado denominado, tritucap. Esse equipamento é acoplado a um trator e realiza a derruba da vegetação, trituração da biomassa e distribuição sobre o terreno na forma de cobertura morta (mulch) em uma única operação. Atualmente, a indústria de máquinas já lançou no mercado outros modelos de trituradores de capoeira a partir de trituradores de galhadas (BERVALD et al., 2007).

O maquinário faz a trituração da biomassa aérea da vegetação secundária, de uma altura de 510 cm, com o objetivo de manter os tocos e as raízes da vegetação secundária e, em virtude disso, garantir a recuperação da capoeira, pois são eles os responsáveis por aproximadamente 70% da regeneração dos agroecossistemas, mantendo a presença da capoeira na paisagem, promovendo os serviços ambientais e oferecendo melhor oportunidade de qualidade de vida. Seguidamente, após a trituração, o plantio é realizado na forma de plantio direto, o que está sendo denominado de plantio direto na capoeira (KATO et al., 2004).

As vantagens observadas com o uso dessa tecnologia destacam-se o maior acúmulo de biomassa, em médio prazo. Desse modo, a adubação química pode ser reduzida, devido à retenção de matéria orgânica no solo melhorando as características químicas, físicas e biológicas desse. Por consequência, proporciona maior capacidade produtiva em longo prazo. Ainda por cima, ela elimina os riscos de perdas econômicas no preparo das áreas para plantio, muito comum quando se utiliza o fogo. Os produtos orgânicos poderão ser obtidos, em médio prazo, promovendo retorno financeiro mais vantajoso, devido agregação de valor de mercado (KATO et al. 2008). Outro benefício proporcionado por essa máquina, conforme Hoang e colaboradores (2002) é o controle da erosão nos agroecossistemas, além da manutenção da biodiversidade (BAAR, 1997).

A melhoria das características produtivas do solo e a flexibilização do calendário agrícola com minimização dos impactos ambientais provocados pela agricultura itinerante. O sistema baseado na trituração da capoeira promove a proteção do solo contra os impactos das gotas de chuva, diminuindo os processos erosivos e o escoamento superficial (TRINDADE, e t al.; 2012a). Essas são mais vantagens frente a utilização do maquinário.

O melhoramento da capoeira é a técnica associada ao sistema de corte e trituração, a qual, conforme Denich et al. (2004b) proporciona a redução do período de pousio de 4-10 anos para

2 anos. Sobretudo, a mandioca é apontada como a última espécie cultivada antes do período de pousio no sistema de derruba e queima. Após a colheita, a área entra em descanso, logo em seguida, ocorre a introdução das árvores de rápido crescimento na capoeira ainda na fase de cultivo das raízes tuberosas. Por consequência, as árvores introduzidas se beneficiam dos tratos culturais que a mandioca recebe durante e no fim do seu cultivo, posteriormente, as árvores não mais recebem nenhum trato cultural específico, passando a desenvolver juntamente com a vegetação natural que regenera e cresce durante a fase de pousio. Essa técnica proporciona em 21 meses, o aumento da produção de biomassa aérea de 13% a 132% mais que a capoeira natural neste mesmo período de tempo (KATO et al., 2005).

No preparo de área da Roça sem Fogo, almeja-se a obtenção do maior aproveitamento dos recursos naturais disponíveis na capoeira, tais como: produtos madeireiros (madeira, lenha e carvão) e não madeireiros (folhas e talos para artesanato, frutas, sementes e óleos), abrangendo uma estratégia para aumento ou manutenção da produtividade, mas vinculada à conservação dos recursos ambientais, principalmente solo, e com mínimo *input* de insumos externos ao sistema (MODESTO JÚNIOR e ALVES; 2012a).

As capoeiras podem ser definidas como áreas de crescimento espontâneo de vegetação secundária proveniente do processo sucessional dos ecossistemas florestais naturais. Elas surgem a partir do abandono da área utilizada após o desenvolvimento de atividades agrícolas como a agricultura e pecuária, assumindo um papel central no agroecossistema da agricultura itinerante (TRINDADE, et al; 2012b).

A utilização da própria copeira estabelecida após os procedimentos de queimas, é muito defendida no trabalho desenvolvido por Modesto Júnior e Alves (2012b), visto que, busca-se lucratividade em posse dos recursos naturais existentes na vegetação de capoeira por meio da lenha, carvão, caibros para construção civil, moirões para cercas, plantas ornamentais e outros, abjurando-se na área as espécies de importância econômica, como: fruteiras, essências florestais, melíferas, medicinais e outras. Dessa forma, embasado em exemplo prático, Alvino, Silva e Rayol (2005) tratam sobre o potencial do uso de espécies arbóreas de uma floresta secundária com 30 anos de idade, abandonada após sucessivos cultivos anuais de arroz, milho e mandioca na região Bragantina do Pará. Nesse sistema,(33%) das espécies poderiam ser utilizadas como madeiras em construções rurais, sendo (30%) as de alto valor comercial, seguida pelas madeireiras de baixo valor comercial (9%), usadas como lenha (9%), frutíferas

(7%), medicinais (5%), artesanais (4%) e as com potencial resinífero (1%), conforme indicativos.

Também, como alternativa em resposta a utilização do fogo, a introdução de sistemas agroflorestais (SAF's) multiestratificados pode contribuir na busca de um meio rural mais sustentável. Esses sistemas multiestratificados são compostos por diversas espécies, cultivadas em uma mesma área de espécies anuais (cultivos temporários), florestais e frutíferas (espécies semi-perenes e perenes). Com isso, ocasiona-se no melhor aproveitamento dos recursos produtivos (COSTA et al., 2009).

Os SAF's podem ser definidos como sistemas tradicionais surgidos no decorrer de séculos de evolução biológica e cultural, compondo experiências teóricas e práticas acumuladas de agricultores em um processo de interação com o meio ambiente, sem acesso a insumos externos, capital ou conhecimento científico (ALTIERI, 2009).

O trabalho desenvolvido por Ferreira e colaboradores (2009) sobre sistemas agroflorestais, enfatiza a utilização preferencial de algumas espécies, como o açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), a banana (*Musa* sp.), a castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa*), laranja (*Citrus* sp.), paricá (*Schizolobium amazonicum*), teca (*Tectona grandis* L.), a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), entre outras.

A respeito de algumas abordagens de classificações dos SAF's, destacam-se os sistemas silviagrícolas, caracterizando-se pelo consórcio de espécies arbóreas ou arbustivas com espécies agrícolas, como seringueiras (*Hevea brasiliensis*), andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.), manga (*Mangifera indica*), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum), jambo (*Syzygium malaccense*), entre outras. Com espécies arbustivas, como, por exemplo, algumas medicinais, malvarisco - *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng, algodão-roxo, etc. E com espécies agrícolas com ênfase na mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), milho (*Zea mays*), feijão, hortaliças (cheiro verde - *Coriandrum sativum* L, chicória (*Cichorium endivia* L.), entre outros (CASTRO et al., 2009a; VIANA; DUBOIS; ANDERSON, 1996a; BRIENZA JÚNIOR, 2009).

Em posse dessas mesmas referências, os sistemas agroflorestais locais estão também dentro da classificação silvipastoris, caracterizados pela presença de árvores estratificadas com plantas forrageiras herbáceas e criação de animais. Outra categoria identificada é a agrossilvipastoril, caracterizada pelo consórcio silviagrícola e a criação, manejo de animais domésticos (aves e

suínos) além dos animais silvestres, tais como capivara (*Hydrochoerus hydrochoeris*), quelônios, entre eles, a tartaruga da Amazônia (*Podocnemus expansa*).

Dentre as vantagens possibilitadas pelos sistemas agroflorestais, cita-se o alto oferecimento de material orgânico para os sistemas (CARVALHO, 2011), aumento da produtividade agrícola, melhoramento da fertilidade do solo, economia com o uso de fertilizantes, pois a própria estruturação permite a rápida recuperação dos solos empobrecidos, além de baixos custos na produção e não necessidade de herbicidas ou maquinário pesado (GÖTSCH, 1995). Além desses, outros benefícios ambientais dos SAF's podem ser destacados, como, por exemplo, o melhor controle de temperatura, da umidade relativa do ar e da umidade do solo, uma vez que, com o aporte das árvores evita-se grandes alterações nesses elementos climáticos. Dessa forma, trazem benefícios às plantas e aos animais componentes dos sistemas agroflorestais (RIBASKI; MONTOYA; RODIGHERI, 2001).

Com a implantação do SAF's tem-se o consequente crescimento das espécies arbóreas, através disso, proporciona a melhoria do ambiente do solo sob as copas, influenciando na atividade microbiana tornando-a mais efetiva na decomposição da matéria orgânica, o que resulta numa maior liberação de N mineralizado (WILSON, 1990).

O quintal ou sítio florestal é o local onde é cultivada uma grande variedade de plantas perenes e anuais aos arredores da casa do agricultor e tem como função garantir, essencialmente, a subsistência familiar. Essa área é de extrema relevância para a população local, pois complementa a produção obtida em outras áreas de produção da propriedade, como a roça, a criação de animais, a floresta e as capoeiras melhoradas, além de servir como área de lazer para a família (CASTRO et al., 2009b). De acordo com Viana, Dubois e Anderson (1996b) relatam que o quintal florestal (QAF) é utilizado para a obtenção de alimentos ricos em proteínas, vitaminas e sais minerais. Normalmente, o quintal é usado com o objetivo de assegurar um fluxo pequeno e contínuo de produtos complementares para subsistência e/ou produzir excedente para a venda.

Segundo a pesquisa de Almeida e Gama (2014) a maior parte das espécies cultivadas nos QAFs é destinada à alimentação das famílias. No que se refere à ocorrência dessas espécies, dentre as quatro presentes em todos os quintais (100% de frequência), destacam-se o abacate (*Persea americana*), goiaba (*Psidium guajava*) e mamão (*Carica papaya*) cujos frutos são apreciados

pelos comunitários, além da cebolinha (*Allium fistulosum*) devido a sua grande utilidade como condimento na culinária regional.

1.9. CONCLUSÃO

A agricultura de corte e queima é a forma de cultivo predominante nos estabelecimentos agrícolas familiares na Amazônia. Por muito tempo, sua prática foi tratada como um sistema sustentável tendo em vista a rápida disponibilização de nutrientes para o solo e consequentemente a alta produtividade. E por ter durado (perpetuado por séculos) da-se a sensação de ser sustentável. Provavelmente explicado pela demográfica baixa e com isso pouca mão-de-obra e muitas áreas.

No entanto, é crescente na literatura acadêmica e no debate político o papel que a agricultura de corte e queima vem desempenhando no desmatamento e demais impactos ambientais e socioeconômicos. Esse processo é consequência das mudanças no uso do solo, da intensificação agrícola e do aumento demográfico que, estão alterando as práticas e comprometendo a sustentabilidade desses sistemas agrícolas tradicionais.

Existem projetos voltados para mitigar e ajudar na gestão de propriedades que usavam esse sistema. Além do projeto Tipitamba (firmado entre a Embrapa Oriental e as universidades de Gottingen e Bonn) projeto voltado para o corte sem queima para agricultura familiar, criado em 2000; o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT) Biodiversidade e Uso da Terra na Amazônia também lançaram, em 2013, cinco vídeos sobre o fogo na Amazônia, intitulados “Corte e Queima”, em parceria com o Lancaster Environment Centre, da Inglaterra. Ambos com intuito de mitigar e reduzir essa prática.

Em vista disso, novas formas de produção baseadas nos princípios da sustentabilidade surgiram, entre elas, o corte e trituração da capoeira e os sistemas agroflorestais, utilizar as áreas para produzir mais e por mais tempo e diminuir a pressão sobre as áreas de floresta, para que possamos ter uma agricultura baseada no tripé da sustentabilidade, economicamente viável, socialmente justa e ambientalmente correta.

1.10. SISTEMAS AGROFLORESTAIS NO BRASIL

Na chegada do séc. XX, a agricultura começa a se transformar, substituindo os sistemas rotacionais integrados com a produção animal por sistemas altamente especializados com emprego maciço de insumos industriais e energia fóssil como fertilizantes químicos, agrotóxicos (pesticidas, herbicidas), mecanização e uso de sementes híbridas de alto potencial produtivo. Esse processo ficou conhecido mundialmente como a “Revolução Verde”. Apesar de o processo ter trazido aumentos consideráveis na produtividade por unidade de terra, trouxe inúmeros agravantes ambientais e passou muito longe de resolver o problema da fome no mundo. No Brasil e em outros países em desenvolvimento, acentuou-se ainda mais a concentração de terras e riquezas degradando as condições sociais do homem no campo (ALTIERI, 1989).

A agricultura de diversos povos da América tropical, por exemplo, era baseada em práticas que buscavam simular condições florestais em suas áreas de cultivo, imitando a estrutura e a variedade de espécies do ecossistema local para então obter os efeitos benéficos desses sistemas (NAIR, 1993).

Com um conceito tão amplo, SAF's incluem uma grande variedade de sistemas agrícolas, que podem ser classificados por diferentes critérios. Um dos critérios mais comumente utilizados para classificar SAF's se refere à estrutura, especificamente ao tipo dos componentes manejados, podendo ser agrupados em três tipos principais (NAIR, 1985):

- a) Agrosilvicultural: combinação de culturas agrícolas e árvores/arbustos lenhosos.
- b) Silvopastoril: combinação de pastagens/animais e árvores/arbustos lenhosos.
- c) Agrosilvopastoril: combinação de culturas agrícolas, com pastagens/animais e árvores/arbustos lenhosos.

A agrofloresta é um plantio intencionalmente biodiverso que, obedecendo a dinâmica sucessional da floresta, culminando em um sistema sofisticado de domesticação da paisagem e de espécies (Froufe & Seoane, 2011a; Seoane et al., 2012; Steenbock et al., 2013a, Venturieri, 2013), que pode vir a ser instrumento de conservação ambiental e provedor de serviços ambientais (Froufe & Seoane, 2011b; Steenbock et al., 2013b; Ewert, 2014). Dentro desse contexto, as agroflorestas se incluem em uma multiplicidade de formas de domesticação das paisagens e de sistemas de cultivo muito antigos praticados por povos tradicionais, caboclos, índios e caiçaras (Clement1992a, 1992b, 1999; Balée, 2008; Venturieri, 2013) por meio dos

ciclos de roças, técnicas de manejo da floresta, uso de coivara, que promovem ao longo do tempo paisagens formadas por florestas secundárias em diferentes estágios de regeneração e biodiversidade (Siminski & Fantini, 2007; Siminski, 2011).

Os SAF's, observando-se os princípios agroecológicos, têm por objetivo harmonizar os agroecossistemas com os processos dinâmicos dos ecossistemas naturais, buscando-se assim, o oposto da agricultura moderna, na qual o homem tenta adaptar plantas e ecossistemas às necessidades da tecnologia. Conforme Noronha (2008) e May e Trovatto (2008) estes sistemas têm demonstrado enorme potencial para produzir sustentavelmente grande diversidade vegetal e até animal. Assim, através dos SAF's obtém-se uma importante ferramenta para a agricultura familiar no combate à pobreza rural, na garantia da segurança alimentar e na conservação dos recursos naturais.

Os sistemas agroflorestais, adotados por agricultores familiares brasileiros e assistidos por organizações de assistência técnica rural, são geralmente implantados buscando-se a interação com os princípios da Agroecologia, potencializando a transição de modelos simples para propostas complexas através de estratégias participativas, conforme a situação local. Dentre essas experiências, muitas refletem uma tendência à transição agroecológica, desde a diminuição e substituição de insumos ao redesenho de suas propriedades através dos SAF's, respeitando as condições do ecossistema (MAY e TROVATTO, 2008).

Agroflorestas são utilizadas em várias regiões do mundo, predominando nos trópicos e podendo ocorrer em climas temperados. No Brasil, predominam na Amazônia Ocidental, no sul da Bahia e na região do Vale do Ribeira paulista e paranaense (Froufe & Seoane, 2011a). Exemplos de projetos que se destacam em 3 grandes biomas no Brasil:

RECA - surgiu em 1987, criada por famílias remanescentes de um assentamento de reforma agrária realizado pelo INCRA, em 1984, na cidade de Nova Califórnia, situada na divisa dos Estados do Acre e de Rondônia.

CAV- é uma organização não governamental, com sede em Turmalina – MG, na região do alto vale do Jequitinhonha. Foi fundado em 1994, tendo como origem o Sindicato de Trabalhadores Rurais de Turmalina.

CE - Em 1997, o CAE - Ipê passa a atuar além da produção, buscando a ecologização da propriedade como um todo, desde as pessoas envolvidas à suas relações sociais. Nesse período, o CAE - Ipê passa a denominar-se Centro Ecológico.

1.11. SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA AMAZÔNIA

Os SAF's têm sido mencionados com incidência cada vez maior como alternativa economicamente viável, social e ambientalmente justa para o uso da terra na Amazônia, principalmente para áreas já abertas (Porro, 2009).

Segundo Van Leeuwen et al. (1997), O Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), iniciou as pesquisas em SAF's a partir de 1975, O enfoque dos trabalhos foi estudar arranjos com espécies frutíferas adequadas às condições dos trópicos úmidos brasileiros (CHÁVES FLORES; CLEMENT, 1988), buscando imitar, a vegetação predominante da região, ou seja, a floresta. Segundo Van Leeuwen et al. (1997), o ensaio foi um dos primeiros experimentos com sistemas agroflorestais, tanto regional quanto mundial, e permitiu conhecer melhor a problemática desta forma de pesquisa.

Na busca de resposta acerca dos arranjos agroflorestais e espécies frutíferas adequadas para o agricultor familiar da região amazônica. Pouco foi o resultado em tecnologias ou informações técnicas utilizadas pelos produtores rurais, apesar dos esforços da equipe do INPA.

A Embrapa Amazônia Ocidental instalou, em 1992, um experimento com quatro modelos de SAF's em áreas de pastagens degradadas nas proximidades de Manaus. Segundo Wandelli et al. (2000), o objetivo desse estudo foi desenvolver tecnologia para recuperar áreas de pastagens abandonadas e degradadas, por meio do uso de sistemas agroflorestais, minimizar a pressão de desmatamento sobre as florestas primárias e proporcionar desenvolvimento social, econômica e ecologicamente sustentável, para o agricultor da região amazônica.

Essa experiência, que já pode ser considerada como umas das que obtiveram êxito na pesquisa de espécies e arranjos para SAF's na região, encontra-se em fase de constante avaliação, pois alguns componentes presentes nos arranjos, como o mogno (*Swietenia macrophylla* King) e a castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), ainda estão iniciando sua fase de produção ou estabilizando a produção.

Outro enfoque de pesquisa foi direcionado aos SAF's desenvolvidos por agricultores tradicionais da região. Vários estudos relativos ao uso da biodiversidade por populações tradicionais vêm sendo desenvolvidos, com o objetivo de resgatar o conhecimento existente sobre o uso e manejo das espécies e, assim, propor modelos sustentáveis de uso da terra (CASTRO et al., 2009; LOURENÇO et al., 2009; RIBEIRO, 2002).

Na análise de Noda e Noda (2003), a cadeia produtiva da unidade de produção familiar é constituída por um circuito em que uma parte dos produtos é consumida pela unidade familiar e outra parte é compartilhada por outros membros da comunidade, por meio de uma rede cultural, social e econômica, levando a uma estabilidade que possibilita a permanência das comunidades rurais na região.

Nas Várzeas, devido ao curto período em que os solos ficam aptos ao uso agrícola, os agricultores locais cultivam nas suas roças em espécies de ciclo curto, sendo utilizadas tanto para o autoconsumo quanto para a comercialização, realizada pelos agentes de comercialização ou pelos próprios agricultores, na feira “Manaus Moderna” (CASTRO et al., 2009).

Os povos tradicionais desenvolveram técnicas de manejo para estes ambientes, adequando-os a cada fase dos regimes dos rios e lagos da região, sendo estes conhecimentos repassados por meio de sua cultura para os descendentes.

A economia local está ligada a uma variedade de atividades de subsistência (agricultura, caça, pesca e extrativismo) dentro dos subsistemas (roças, quintal e lago), o que é vital para a sustentabilidade dos povos amazônicos que vivem na floresta (CASTRO et al., 2009).

Segundo Noda e Noda (2003), os fatores de produção disponíveis ao produtor tradicional são os recursos naturais (solo, floresta, capoeira, rio, lago) e a força de trabalho.

O conhecimento dos povos da Amazônia aliado à ciência é a chave para vencer o desafio da sustentabilidade. Essa é a premissa da Embrapa para o desenvolvimento de pesquisas e tecnologias relacionadas a sistemas agroflorestais (SAF's), nos quais agricultura e floresta se encontram unindo a produção de alimentos à conservação dos recursos naturais. Esse modelo de produção é tradicional na agricultura familiar da região nordeste do Estado do Pará.

Os SAF's associam cultivos agrícolas ou animais com espécies florestais, de forma sequencial ou simultânea e a pesquisa estuda as interações desses sistemas. Os modelos são variados e se adaptam às necessidades dos produtores, como consórcio agroflorestal de mogno com pimenta-do-reino; florestas plantadas de paricá de rápido crescimento, apropriadas para produção de lâminas e compensados, em sistema silvipastoril; consórcio silvipastoril de eucalipto com pasto e sistemas agroflorestais em área de várzea.

1.12. SAF'S EM ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE E RESERVA LEGAL

A legislação brasileira vem reconhecendo a importância dos SAF's tanto para a Agricultura Familiar como para a Recuperação de áreas degradadas (Leite, 2014). Corroborando com essa afirmação temos a medida provisória nº 2166-67, de 24 de agosto de 2001, resolução nº 369, de 28 de março de 2006 e a mais recente resolução nº 429, de Fevereiro de 2011.

A medida provisória nº 2166-67, de 24 de agosto de 2001 alterava alguns artigos do Código Florestal de 1965, e que definia como atividade de interesse social as “atividades de manejo agroflorestal sustentável praticadas na pequena propriedade ou posse rural familiar, que não descaracterizem a cobertura vegetal e não prejudiquem a função ambiental da área”.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente, o CONAMA, publicou resolução nº 369, de 28 de março de 2006 onde foi regulamentada a intervenção em APP para obras de interesse social nos seguintes termos:

“Art. 1º Esta Resolução define os casos excepcionais em que o órgão ambiental competente pode autorizar a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente - APP para a implantação de obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública ou interesse social, ou para a realização de ações consideradas eventuais e de baixo impacto ambiental, nos seguintes casos:

I - utilidade pública: (...)

II - interesse social: a) as atividades imprescindíveis à proteção da integridade da vegetação nativa, tais como prevenção, combate e controle do fogo, controle da erosão, erradicação de invasoras e proteção de plantios com espécies nativas, de acordo com o estabelecido pelo órgão ambiental competente; b) o manejo agroflorestal, ambientalmente sustentável, praticado na pequena propriedade ou posse rural familiar, que não descaracterize a cobertura vegetal nativa, ou impeça sua recuperação, e não prejudique a função ecológica da área (...)

A resolução nº 429, de Fevereiro de 2011, em seu Capítulo III, artigo 3º, o CONAMA regulamentou as metodologias que podem ser utilizadas na recuperação de APP, a saber:

“I - condução da regeneração natural de espécies nativas;

II - plantio de espécies nativas; e

III - plantio de espécies nativas conjugado com a condução da regeneração natural de espécies nativas”

Apesar de não ter citado os Sistemas Agroflorestais como metodologia para a recuperação de APP, a mesma resolução dedicou um Capítulo inteiro, o Capítulo IV, para tratar do tema da seguinte forma:

“Art. 6º As atividades de manejo agroflorestal sustentável praticadas na pequena propriedade ou posse rural familiar, conforme previsto no Código Florestal, poderão ser aplicadas na recuperação de APPs, desde que observados:

- I – o preparo do solo e controle da erosão quando necessário;
- II – a recomposição e manutenção da fisionomia vegetal nativa, mantendo permanentemente a cobertura do solo;
- III – a limitação do uso de insumos agroquímicos, priorizando-se o uso de adubação verde;
- IV – a não utilização e controle de espécies ruderais e exóticas invasoras;
- V – a restrição do uso da área para pastejo de animais domésticos, ressalvado o disposto no art. 11 da Resolução CONAMA Nº 369/06;
- VI – a consorciação com espécies agrícolas de cultivos anuais;
- VII – a consorciação de espécies perenes, nativas ou exóticas não invasoras, destinadas à produção e coleta de produtos não madeireiros, como por exemplo fibras, folhas, frutos ou sementes;
- VIII – a manutenção das mudas estabelecidas, plantadas e/ou germinadas, mediante coroamento, controle de fatores de perturbação como espécies competidoras, insetos, fogo ou outros e cercamento ou isolamento da área, quando necessário”.

Estas mudanças na legislação ambiental possibilitavam novas oportunidades para uma convivência menos antagônica entre agricultores familiares e as normas ambientais, principalmente no que se refere à recomposição de Reserva Legal, Área de Preservação Permanente com o uso de SAF's (FILHO, 2007).

Essas iniciativas culminou no novo Código Florestal Brasileiro, Lei nº 12.651 onde a exploração agroflorestal sustentável continua definida como atividade de interesse social e o manejo florestal sustentável, comunitário e familiar como atividades eventuais ou de baixo impacto ambiental.

Segundo Filho (2007), o SAF's é uma alternativa para a recuperação de áreas de Reserva Legal e áreas de preservação permanente. Observando as alterações na legislação florestal Brasileira, fica evidente a tentativa de mitigar os conflitos entre normas legais e a viabilidade socioeconômica das agriculturas familiar. Estas mudanças na legislação ambiental

possibilitavam novas oportunidades para uma convivência menos antagônica entre agricultores familiares e as normas ambientais.

1.13. CICLAGEM DE NUTRIENTES EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS

Toda atividade de pesquisa e desenvolvimento deve ter como objetivo melhorar a eficiência e a produtividade dos recursos básicos utilizados no processo de produção, seja no âmbito de uma propriedade rural ou de uma região. Consequentemente, é necessário avaliar de maneira continuada o manejo e o desempenho dos sistemas de produção existentes para que possam ser determinados os benefícios obtidos em relação aos impactos sobre os fatores de produção.

Considerar os fatores econômicos junto aos fatores biofísicos, contextualizando-os na dinâmica do sistema de produção, representa um marco conceitual lógico no qual clima, solo, tecnologia, mercado e outros fatores interagem, definindo a continuidade do processo produtivo.

A conversão de sistemas agrícolas convencionais em sistemas agroflorestais aumenta a estabilidade dos agroecossistemas, os protege de estresses ambientais, melhora as propriedades químicas e físicas do solo e reduz o risco de erosão devido, principalmente, à formação da liteira e ao aumento da matéria orgânica (KRISHNAMURTHY e ÁVILA, 1999).

A matéria orgânica do solo é definida como a fração do solo que inclui resíduos vegetais e animais em diferentes estados de decomposição, tecidos e células de organismos que vivem no solo e substâncias produzidas pelos habitantes do solo. Geralmente, determina-se esta fração em solos que passam por uma peneira com malha de 2,0 mm (FASSBENDER e BORNEMISZA, 1987; WARING e SCHLESINGER, 1985).

Nos sistemas agroflorestais, o ciclo da matéria orgânica pode ocorrer via produção de resíduos vegetais que se incorporam ao solo caindo primeiro sobre a liteira onde serão decompostos e incorporados ao solo em função dos processos de mineralização e humificação (FASSBENDER, 1993). A disponibilidade de nutrientes na fração orgânica é muito variável e sua liberação não é imediata, já que requer mineralização prévia. A liberação lenta e progressiva é uma garantia de que os elementos móveis no solo, como o nitrogênio, permaneçam retidos e não sejam facilmente perdidos por lixiviação (KASS, 1996).

Os nutrientes disponíveis na matéria orgânica do solo para os cultivos podem aumentar significativamente devido às atividades biológicas do solo. Por exemplo, em um sistema de cultivo agroflorestal em aléias com *Leucaena leucocephala* realizado na Nigéria, a quantidade de terra revolvida por minhocas foi 5 vezes maior que nas parcelas de controle, assim como as quantidades de nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio reciclados até a superfície foi três vezes maior nas aléias (HAUSER, 1993).

A manutenção da matéria orgânica é essencial na agricultura, sem o uso de insumos externos, em solos com baixa capacidade de troca catiônica (CTC) e em solos argilosos suscetíveis a compactação (SÁNCHEZ, 1981). Elementos como nitrogênio e fósforo são constituintes da proteína e ácidos nucleicos; magnésio e micronutrientes (exceto o cloro) podem funcionar como constituintes das estruturas orgânicas, predominantemente enzimas moleculares; o potássio não forma parte de estruturas orgânicas tendo função de osmoregulação, mantendo o equilíbrio eletroquímico nas células e seus compartimentos como também nas atividades enzimáticas (MARSCHNER, 1986).

Segundo Mafongoya et al. (1998); e Fassbender e Bornemisza (1987), a composição bioquímica dos restos vegetais é muito variável, dependendo da idade e da função do órgão analisado. Os tecidos verdes são mais ricos em carboidratos e proteínas e os tecidos lenhosos apresentam maiores conteúdos de compostos fenólicos (lignina) e celulose. Compostos orgânicos têm, geralmente, baixos teores de nitrogênio e altos conteúdos de lignina quando comparados com a biomassa verde. Os conteúdos de polifenóis são menos previsíveis e podem aumentar ou diminuir de acordo com a idade, dependendo da espécie (MAFONGOYA, 1995).

Os nutrientes minerais tem funções específicas e essenciais no metabolismo da planta, funcionando como constituinte da estrutura orgânica, ativador de reações enzimáticas ou como carregador-condutor e osmoregulador (MARCHNER, 1986).

Silva et al. (2013), em trabalho sobre qualidade de compostos orgânicos preparados com diferentes proporções de ramos de gliricídia (*Gliricidia sepium*) a maior composição de matéria orgânica foi na gliricídia comparada ao capim (7% a mais) e foi responsável pelo aumento da matéria orgânica nos compostos, em até 3,7%. Outra hipótese, é que o aumento de carbono (matéria orgânica) com as proporções de gliricídia pode estar intimamente relacionado com o incremento do nitrogênio. A maior disponibilidade de nitrogênio é essencial na estabilização do carbono por meio da síntese de substâncias mais humificadas (mais ricas em nitrogênio),

que garante maior estabilidade estrutural para a matéria orgânica (SILVA & MENDONÇA, 2007).

Entretanto, somente a aplicação dos resíduos vegetais não foi suficiente para manter níveis adequados de P, Ca e Mg, apontando para a necessidade de suplementação por meio de compostos orgânicos de origem animal ou fertilização química específica. O rendimento dos sistemas agroflorestais pode ser considerado como o resultado das interações entre os componentes de produção. As interações entre os componentes arbóreos e não arbóreos podem ser complementares, com ganho de rendimento; neutros, sem mudanças de rendimento; ou competitivas, com redução de rendimento, comparadas com os rendimentos dos componentes cultivados em uma área equivalente. Na prática, tanto as interações complementares como as competitivas podem ocorrer simultaneamente (KRISHNAMURTHY e ÁVILA, 1999).

Além disso, os sistemas também podem controlar a erosão do solo, reduzindo as perdas de água, matéria orgânica e nutrientes. Calcula-se que entre 10 a 100 kg de nutrientes sejam mantidos em um hectare como resultados de práticas agroflorestais de conservação de solo. Contudo, apesar deste aspecto, a adoção de tecnologias agroflorestais por parte dos agricultores se torna mais difícil devido a maior necessidade de mão-de-obra e expectativa de retorno em longo prazo (KRISHNAMURTHY e ÁVILA, 1999).

Os sistemas agroflorestais são muito eficaz em manter a matéria orgânica e sua atividade biológica em níveis satisfatórios para a fertilidade do solo, devido, especialmente, a constante e variada deposição de biomassa proveniente de processos naturais ou de podas, o que permite a formação de uma manta orgânica diversificada e permanente na superfície do terreno. Aumentar a disponibilidade de matéria orgânica do solo através de resíduos de plantas é a razão principal para a preferência do uso de árvores e arbustos de rápido crescimento em sistemas agroflorestais (KRISHNAMURTHY e ÁVILA, 1999).

1.14. SISTEMA AGROFLORESTAL VOLTADO PARA A SEGURANÇA ALIMENTAR E O CLIMA

Alcântara et al. (2016) quando estudando as produtividades de grãos de feijão e milho, cultivados nas entrelinhas das árvores após os diferentes adubos verdes e considerando todos os anos de experimento, foram, em média, 1.040 t/ha e 5.555 t/ha, respectivamente, o que representa bons rendimentos em sistemas agroecológicos no Cerrado.

O aumento da matéria orgânica está associado aos resíduos vegetais adicionados ao solo, principalmente pela deposição de folhas e galhos das árvores. A formação dessa camada de restos vegetais, a serapilheira, e sua decomposição, são responsáveis pela transferência dos nutrientes para o solo, possibilitando sua reciclagem e retorno ao sistema (Schumacher et al., 2004). A redução do teor de cobre com o passar dos anos, possivelmente foi consequência da liberação desse micronutriente pela mineralização da matéria orgânica estar aquém de sua absorção pelas árvores.

Os SAF's têm ligação muito forte com os sistemas agroecológicos e para a segurança alimentar, pois através deste sistema é possível ter acesso permanente a alimentos de qualidade e quantidade suficiente sem comprometer o acesso a outras necessidades, mais voltada à produção e geração de renda e lucratividade.

Questões relacionadas à segurança alimentar e às mudanças climáticas têm sido cada vez mais debatidas, pois representam importantes desafios para a população mundial e envolvem diretamente o setor agrícola (KASTNER et al., 2012; NELSON et al., 2014).

No Brasil, Gonçalves e Vivan (2012) destacam que o crescimento da prática de SAF's guarda relação direta com ações públicas voltadas para o desenvolvimento rural, redução de pobreza rural e conservação ambiental. Segundo os autores, algumas políticas governamentais, embora não diretamente voltadas para os SAF's, estimulam seu crescimento. Esse é o caso, por exemplo, do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE). Ao adquirirem alimentos de origem agrícola, pecuária ou extrativa (no caso do PAA), esses programas estimulam mercados locais para os produtos originários dos SAF's. Há ainda políticas com estímulo direto aos SAF's, como é o caso do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), mais voltado ao desenvolvimento rural, e do Plano ABC, que busca reduzir emissões de gases de efeito estufa provenientes da agricultura.

Dos Santos et al. (2014), num estudo de caso para a cidade de Santa Maria do Pará (Amazônia Oriental), concluíram que o acesso à assistência técnica, nível de educação formal, experiência do agricultor com atividades agrícolas, participação em entidades de classe e título de propriedade da terra são importantes para a prática de SAF's.

Ainda, quanto a contribuição climática para Primavesi et al. (2007) os resíduos vegetais conseguem interceptar e armazenar águas pluviais. Os autores consideram ainda que o sistema

integrado, que possui elevada biodiversidade e extensas estruturas radiculares, além de reduzir os impactos da elevação de temperatura, consegue diminuir o impacto de chuvas tropicais, reduzindo a velocidade de escoamento superficial da água.

De acordo com Lasco et al. (2014), SAF's são cada vez mais reconhecidos como forma sustentável de uso da terra em paisagens multifuncionais. Tais sistemas aumentam a capacidade dos agricultores para se adaptarem às mudanças climáticas devido aos múltiplos benefícios que oferecem, dentre os quais se inclui o fornecimento de alimentos e, consequentemente, segurança alimentar, renda complementar e serviços ambientais.

De modo geral, Estudos indicam que a ampliação da adoção de SAF's poderá reduzir o risco inerente à agricultura diante os cenários futuros de mudanças climáticas (Schembergue, et. al. 2017). A diversificação produtiva decorrente do sistema tem potencial de reduzir o risco do produtor contra quebras de safras, além de novas adaptações decorrentes de veranicos mais intensos.

De acordo com a FAO (2013), os sistemas agroflorestais podem ajudar milhões de pessoas a sair da pobreza e evitar a degradação ambiental, tornando-se vital para garantir a segurança alimentar.

1.15. DIVERSIFICAÇÃO PRODUTIVA NA AGRICULTURA FAMILIAR

O conceito de diversificação conforme Simão (2005), é sinônimo de novas alternativas e adaptações buscando a garantia da sobrevivência, com isso, maior renda e melhores condições de vida.

A diversificação proporciona um importante papel nas estratégias de produção agropecuária, bem como no desenvolvimento social e econômico das famílias rurais (VELOSO & HESPANHOL, 2012). Contribuindo, a diversificação reduz a dependência das flutuações setoriais de preços e gera inovações e mudanças técnicas dentro da propriedade que podem ser poupadoras de recursos. Mas também implicam novas formas de manejo e uso de plantas, dos animais e do espaço, tornando as propriedades e a própria paisagem diversificada. Entre os efeitos disso, está o aumento do número de atividades realizadas e as fontes de ingresso acessadas (SCHNEIDER, 2010).

Vale a pena lembrar, que nos anseios da agricultura temos que pontuar sua grande responsabilidade de alimentar a população que segue aumentando consideravelmente nos

últimos anos, Sordi et al. (2015) assegura que o grande desafio dos próximos quarenta anos será produzir alimentos para mais de nove milhões de pessoas no mundo todo. A agricultura, em especial a agricultura familiar é um importante segmento da economia nacional e responsável por grande parte do desenvolvimento social por meio da manutenção das famílias no campo, redistribuição da renda e pela produção de alimentos que garante a soberania alimentar e a melhoria da qualidade de vida da população (SCHAFFER, 2011).

Pesquisadores asseguram que a manutenção da alimentação da humanidade esta alicerçada na sustentabilidade Sordi et al. (2015). Enquanto que Ludtke (2016), por sua vez, confirmam que a monocultura em um âmbito geral é fator responsável pelo êxodo rural, tendo em vista que diminui o uso de mão de obra, retirando atores do meio rural. Para Seleme (2014), corrobora esta afirmativa, a diversificação em propriedades que cultivam tabaco é muito positiva, pois melhora a qualidade de vida dos integrantes da família, além de contribuir positivamente para a diminuição do êxodo rural, diminuindo fortemente a saída de pessoas do meio rural para o meio urbano.

Os sistemas agroflorestais estão intimamente ligados a diversificação na agricultura, uma vez o sistema trabalha com alta diversidade de espécies em uma determinada área de plantio. Para TUBENCHLAK et al.(2018) em seu estudo sobre os Sistemas agroflorestais para Aumento e diversificação da produção de alimentos como estratégia para restauração de paisagens com o SAF, houve uma visível melhora na condição dos solos e um aumento de produtividade da fazenda, alcançado através da diversificação e continuidade da produção ao longo do ano. Esse aumento de produção levou a uma maior geração de renda, quando comparada ao sistema de produção anterior.

REFERENCIAS

- ACRE. Governo do Estado do Acre. Programa Estadual de Zoneamento EcológicoEconômico do Estado do Acre. Zoneamento ecológico-econômico: recursos naturais e meio ambiente - documento final. Rio Branco: SECTMA, 2001. v. 1, 2 e 3.
- ALCANTARA, A.; STONE, F.; DIDONET, D. Fertilidade do solo em sistemas agroflorestais agroecológicos no cerrado brasileiro. Las leguminosas, clave para la gestión delos agrosistemas y en la alimentación ecológica: actas. Catarroja: SEAE, 2016.
- ALENCAR A.; MOREIRA A.; NEPSTAD D. Floresta em Chamas: Origens, Impactos e Prevenção do Fogo na Amazônia. Brasília/DF: Ipam, 2005.
- ALMEIDA, L. S. de.; GAMA, J. R. V. Quintais agroflorestais: estrutura, composição florística e aspectos socioambientais em área de assentamento rural na Amazônia Brasileira. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 24, n. 4, p. 1037-1048, out./dez., 2014.
- ALTERI, M. Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 5. ed. Porto Alegre: UFRGS, 1985-2004. 23 p.
- ALTIERI M.A. Agroecologia: As Bases Científicas de uma Agricultura Alternativa. Rio de Janeiro, RJ: AS-PTA, 1989.
- ALTIERI, M. Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. Porto Alegre: UFRGS, 2009.
- ALTIERI, M. Agroecology: The scientific basis of alternative agriculture. Boulder: Westview Press, 1987.
- ALVINO, F. de O.; SILVA, M. F. da F.; RAYOL, B. P. Potencial de uso das espécies arbóreas de uma floresta secundária, na Zona Bragantina, Pará, Brasil. Acta Amazônica, v. 35, n. 4, p. 413-420, 2005.
- ANDREAE, M. O. Biomass burning: It is history, use and distribution and its impact on environmental quality and global climate. Global Biomass Burning: Atmospheric, Climatic and Biospheric Implications. Cambridge: MIT Press, p. 3-21, 1991.
- BAAR, R. Vegetationskundliche und ökologische Untersuchungen der Buschbrache in der Feldumlagewirtschaft im östlichen Amazonasgebiet. Gottinger Beiträge zur Land- und Forstwirtschaft in den Tropen und Subtropen. Tese (PhD) - University o Göttingen, Götting, 1997, 202 p.
- BALÉE, W. Sobre a indigeneidade das paisagens. Revista de Arqueologia, 21(2), 9-23, 2008.
- BERVALD, C. M. P. et al. Características e Operação de Triturador de Vegetação Secundária para o Preparo de Área sem Queima na Amazônia Oriental. Documentos...Belém- PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2007, p. 9-11.

- BOSERUP, E. The Conditions of Agricultural Growth: The Economics of Agrarian Change Under Population Pressure. London: G. Allen and Unwin, 1965.
- BRASIL. Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012.
- BRASIL. Medida Provisória N° 2.166-67, DE 24 DE AGOSTO DE 2001.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Programa Piloto para a proteção das florestas tropicais do Brasil - PPG7. Diagnóstico dos principais vetores, dinâmica e tendências do desmatamento no estado de Rondônia. Gabriel de Lima Ferreira – Produto 1 – Contrato n° 2009/00325- MMA/PNUD. Porto Velho, Rondônia: MMA, 2009.
- BRASIL. Resolução CONAMA N° 429 de Fevereiro de 2011
- BRASIL. Resolução do CONAMA n° 369 de 28 de março de 2006.
- BRIENZA JUNIOR, S. et al. Sistemas Agroflorestais na Amazônia Brasileira: Análise de 25 anos de pesquisa. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, n. 60, p. 67-76, dez. 2009 (Edição Especial).
- CAPORAL, F.R; COSTABEBER, J.A. Agroecologia: alguns conceitos e princípios. Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA, 2004, 24 p.
- CARVALHO, W.R. de. Estoque de carbono e fracionamento físico da matéria orgânica do solo sob cultivo de palma de óleo (*Elaeis guineensis*) em sistemas agroflorestais na Amazônia Oriental, 2011. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, 2011.
- CASTRO, A. P. et al. Os sistemas agroflorestais como alternativa de sustentabilidade em ecossistemas de várzea no Amazonas. Acta Amazônica, Manaus, v. 39, n. 2, p. 279-288, 2009.
- CHÁVES FLORES, W. B.; CLEMENT, C. R. Consórcio de seis frutíferas tropicais na Amazônia Central. In: CHÁVES FLORES, W. B. (Ed.). Relatório técnico final. Manaus: INPA, 1988.
- CLEMENT, C. R. 1492 and the loss of Amazonian cropgenetic resources. I. The relation between domestication and human population decline. Economic Botany, 53(2), 1999.
- CLEMENT, C. R. Domesticated palms. Principles, 36(2), 70-78, 1992a.
- CLEMENT, C. R. Frutas da Amazônia. Ciência Hoje, 14(83), 28-37, 1992b.
- CONKLIN, H. C. The study of shifting cultivation. Current Anthropology, v. 2, n. 1, p. 27-61, 1961.
- COSTA, et al. Aspecto silviculturais da Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*) em sistemas agroflorestais na Amazônia Central. Acta amazônica, v. 39, n. 4, p. 843-850, 2009.

- COUTINHO, A. C. Dinâmica das queimadas no Estado do Mato Grosso e suas relações com as atividades antrópicas e a economia local. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental) - Procam, Universidade de São Paulo, 2005. 308 p.
- DEAN, W. A Ferro e Fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.
- DENEVAN, William. The Pristine Myth: The Landscape of the Americas in 1492. *Annals of the Association of American Geographers*, v. 82, n. 3, p. 369-381, 1992.
- DENICH, M. et al. Mechanized land preparation in forest-based fallow systems: the experience of eastern Amazonia. *Agroforestry systems*, n. 61, p. 91-106, 2004.
- DENICH, M.; VLEK, P. L. G.; SÁ, T. D.; VIELHAUER, K.; LÜCKE, W. A concept for the development of fire-free fallow management in the Eastern Amazon, Brazil. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 110, p. 43-58, 2005.
- DIAZ, M. C. V. et al. Prejuízo oculto do fogo: custos econômicos das queimadas e dos incêndios florestais da Amazônia. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia e Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2002.
- DOOLITTLE, William E. Agriculture in North America on the Eve of Contact: A Reassessment. *Annals of the Association of American Geographers*, v. 82, n. 3, 1992, p. 386-401.
- DOS SANTOS, L. R. et al. Factors for the adoption of agroforestry systems in the Eastern Amazon, Brazil. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, v. 113, n. 2, p. 140-146, 2014.
- EDEN, M. J. Traditional shifting cultivation and the tropical forest system. *Tree*, v. 2, n. 11, p. 340-343, 1987.
- EDEN, M. J.; ANDRADE, A. Ecological aspects of swidden cultivation among the Andoke and Witoto Indians of the Colombian Amazon. *Human Ecology*, v. 15, n. 3, p. 339-359, 1987.
- EWERT, M. Incentivos e Limites da legislação ambiental brasileira para os sistemas agroflorestais: o caso Cooperafloresta. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014. p. 128.
- FAO 2013, disponível em: <https://nacoesunidas.org/agrofloresta-e-vital-para-a-seguranca-alimentar-de-milhoes-de-pessoas-affirma-fao/>
- FASSBENDER, H. W. Modelos Edafológicos de Sistemas Agroforestales. Serie de materiales de enseñanza no. 29. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 491 p. 1993.
- FASSBENDER, H. W.; BORNEMISZA, E. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. San José, Costa Rica: IICA, 1987. 420 p.

- FASSBENDER, H. W.; BORNEMISZA, E. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. 2ª ed. San Jose:IICA, 1987, 420 p.
- 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. Diálogo e integração de saberes em sistemas agroflorestais para sociedades sustentáveis, Luziânia: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais;[Brasília, DF]: EMATER-DF: Embrapa, 2009.
- FILHO, L. O. R. Uso de sistemas agroflorestais para a recuperação de APP e Reserva Legal na Agricultura Familiar. I Fórum sobre Área de Preservação Permanente e Reserva Legal na Paisagem e Propriedade Rural. Anais...Piracicaba. SP: 2007.
- FROUFE, L. C. M.; SEOANE, C. E. S. Levantamento fitossociológico comparativo entre sistemas agroflorestais multiestrato e capoeiras como ferramentas para execução da Reserva Legal. Pesquisa Florestal Brasileira (PFB). Embrapa Floresta, 31(67), 203-225, 2011a.
- FROUFE, L. C. M.; SEOANE, C. E. S. Potencial de sistemas agroflorestais multiestrato para sequestro de carbono em áreas de ocorrência da floresta de Mata Atlântica. Pesquisa Florestal Brasileira (PFB). Embrapa Floresta, 31(66), 143-154, 2011b.
- GERMAN, L. A. Historical contingencies in the coevolution of environment and livelihood: contributions to the debate on Amazonian Black Earth. Geoderma, v. 111, p. 307-331, 2003.
- GLIESSMAN, R. Agroecology: Researching the Ecological Basis for Sustainable Agriculture. 1. ed. New York: Springer-Verlag, 1990. 380 p.
- GONÇALVES, A. L. R. e VIVAN, J. L. Agroforestry and conservation projects in Brazil: carbon, biodiversity, climate, and people. 2012.
- GONÇALVES, K. dos S.; CASTRO, H. A. de; HACON, S. de S. As queimadas na região amazônica e o adoecimento respiratório. Ciência & Saúde Coletiva, v. 17, p. 1523-1532, 2012.
- GÖTSCH, Ernst. O renascer da agricultura. Tradução Patricia Vaz. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1995.
- HAMILTON, H. Slash-and-Burn in the History of the Swedish Forests. Rural Development Forestry Network, Network Paper, p. 1-24, 1997.
- HAUSER, S. Distribution and activity of earthworms and contribution to nutrient cycling in alley cropping. Biology and Fertility of Soils 15:16 – 20. 1993.
- HOANG, F. M.H. et al. Does Tephrosia candida as fallow species, hedgerow or mulch improve nutrient cycling and prevent nutrient losses by erosion on slopes in northern Vietnam? Agric. Ecosyst. Environ, n. 90, p. 291-304, 2002.

- HOMMA, A. K. O.; WALKER, R. T.; SCATENA, F. N.; COUTO, A. J.; CARVALHO, R. A.; FERREIRA, C. A. P.; SANTOS, A. I. M. Redução dos desmatamentos na Amazônia: política agrícola ou ambiental. In: HOMMA, A. K. O. Amazônia: meio ambiente e desenvolvimento agrícola. Brasília: Editora Embrapa-SPI, 1998. p. 119-141.
- KASS, D. C. L. Fertilidad de Suelos. 1a ed. EUNED. San José, Costa Rica, 272 p. 1996.
- KASTNER, T., RIVAS, M. J. I., KOCH, W. e NONHEBEL, S. Global changes in diets and the consequences for land requirements for food. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 109, p. 6868-6872, 2012.
- KATO, M. do S. A. et al. Fire-free alternatives to slash-and-burn for shifting cultivation in the eastern Amazon region: the role of fertilizers. Field crops research, v. 62, n. 2-3, p. 225-237, 1999.
- KATO, O. R. et al. Manejo de vegetação secundária na Amazônia visando ao aumento da sustentabilidade do uso agrícola do solo. In: XXX Congresso Brasileiro de Ciência do solo, 2005, Recife. Solos, sustentabilidade e qualidade ambiental, Recife, 2005, p. 12.
- KATO, O.R. et.al. Método de preparo de área sem queima: uma alternativa para agricultura tradicional da Amazônia Oriental. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2008.
- KATO, O.R.; KATO, M.S.A.; SÁ, T.D. de A.; FIGUEIREDO, R. Plantio direto na capoeira. Ciência e Ambiente, n. 29, p. 99-111, jul./dez. 2004.
- KLEINMAN, P. J.; PIMENTEL, D.; BRYANT, R. B. The ecological sustainability of slash-and-burn agriculture. Agriculture, Ecosystems & Environment, v. 52, n. 2-3, p. 235-249, 1995.
- KRISHNAMURTHY, L.; ÁVILA, M. Agroforestería Básica. México, D.F: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente – PNUMA. (Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental) 1999. 340 p.
- LANLY, J. P. Tropical Forest Resources. Rome: FAO, 1982. (FAO Forestry Paper, 30).
- LASCO, R. et al. Climate risk adaptation by smallholder farmers: the roles of trees and agroforestry. Current Opinion in Environmental Sustainability, v. 6, p. 83-88, 2014.
- LEITE, T. V. P. Sistemas Agoflorestais na recuperação de espaços protegidos por lei (AAP e Reserva Legal): estudo de caso do Sítio Geranium, DF. Tese de Doutorado em Ciências Florestais, Publicação PPGENE.TD, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 120p, 2014.
- LIMA, H. N.; SCHAEFER, C. E. R.; MELLO J. W. V.; GILKES, R. J.; KER, J. C. Pedogenesis and pre-Columbian land use of “Terra Preta Anthrosols” (“Indian black earth”) of Western Amazônia. Geoderma, v. 110, p. 1-17, 2002.

- LOURENÇO, J. N. P. et al. Agrobiodiversidade nos quintais em três assentamentos na Amazônia Central. *Revista Brasileira de Agroecologia*, Cruz Alta, v. 4, n. 2, p. 965-969, 2009.
- LUDTKE, R. C. Iniciativas de diversificação ao cultivo do tabaco no município de Santa Cruz do Sul – RS: Um Estudo de Caso. 2016. 179 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável. Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, 2016.
- MAFONGOYA, P. L. Multipurpose tree pruning as a source of nitrogen to maize (*Zea mays* L.) under semiarid conditions in Zimbabwe. Tese de Doutorado. Universidade da Florida, USA. 140 p. 1995.
- MAFONGOYA, P. L.; GILLER, K. E.; PALM, C. A. Decomposition and nitrogen release patterns and tree pruning and litter. *Agroforestry Systems* 38: 77-97. 1998.
- MARSCHNER, H. Mineral Nutrition of Higher Plants. The University Press (Belfast) Ltd. 674 p. 1986.
- MAY, P. H.; TROVATTO, C.M.M. (Coord.). Manual agroflorestal para a Mata Atlântica. Brasília: MDA/SAF, 2008.
- MCGRATH, D. G. The role of biomass in shifting cultivation. *Human Ecology*, v. 15, n. 2, p. 221-242, 1987.
- MESQUITA, Antônio Gilson Gomes. Impactos das queimadas sobre o ambiente e a biodiversidade acreana. *Revista Ramal de Ideias*, 2013. Não paginado.
- MODESTO JÚNIOR, M. de S.; ALVES, R. N. B. Sistema agroecológico de roça sem fogo para produção de Mandioca em Moju-PA. *Amazônia: Ci. & Desenv.*, Belém, v. 7, n. 14, jan./jun. 2012.
- NAIR, P. K. R. An introduction to agroforestry. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1993.
- NAIR, P. K. R. Classification of agroforestry systems. *Agroforestry Systems*, v. 3, n. 2, p. 97–128, 1985.
- NELSON, G. C. et al. Climate change effects on agriculture: economic responses to biophysical shocks. *PNAS*, v. 111, n. 9, p. 3274-3279, 2014.
- NEPSTAD, D. C. et al. Recuperation of a degraded Amazonian landscape: forest recovery and agricultural restoration. *Ambio* (Sweden), v. 20, n. 6, p. 248-255, 1991.
- NOBRE, C. A.; SAMPAIO, G.; SALAZAR, L. Mudanças climáticas e Amazônia. *Ciência e Cultura*, v. 59, n. 3, p. 22-27, 2007.
- NODA, H.; NODA, S. N. Agricultura familiar tradicional e conservação da sócio-biodiversidade amazônica. *Interações - Revista Internacional de Desenvolvimento Local*, Campo Grande, v. 4, n. 6, p. 55-66, mar. 2003.

- NORONHA, A. F. B. Agricultura familiar, extensão rural e sistemas agroflorestais: a experiência do CAV no Alto Jequitinhonha. 2008. 119 p. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG. 2008.
- NYE, P. H.; GREENLAND, D. J. The soil under shifting cultivation. Technical communications 51. Harpenden, UK: Commonwealth Bureau of Soils, 1960.
- PASINI, F. dos S. A Agricultura Sintrópica de Ernst Götsch: história, fundamentos e seu nicho no universo da Agricultura Sustentável, 104 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Campus Macaé, Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais e Conservação, 2017.
- PEREIRA, C. A.; VIEIRA, I. C. G. A importância das florestas secundárias e os impactos de sua substituição por plantios mecanizados de grãos na Amazônia. Interciência, v. 26, p. 337-341, 2001.
- PORRO, R. Expectativas e desafios para a adoção da alternativa agroflorestal na Amazônia em transformação. In: PORRO, R. (Ed.). Alternativa agroflorestal na Amazônia em transformação. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 33-51.
- POSEY, D. Os Kayapó e a natureza. Ciência Hoje, v. 2, n. 12, p. 35-41, 1984.
- PRIMAVESI, O., ARZABE, C. e SANTOS, M. Mudanças climáticas: visão tropical integrada das causas, dos impactos e de possíveis soluções para ambientes rurais ou urbanos. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007.
- RIBASKI, J.; MONTROYA, L. J.; RODIGHERI, H. R. Sistemas Agroflorestais: aspectos ambientais esocioeconômicos. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.22, n.212, p.61-67, set./out. 2001.
- RIBEIRO, H. Fossil fuel energy impacts on health. In: Unesco. Encyclopedia of Life Support Systems, Paris, Unesco, 2001.
- RIBEIRO, R. N. S. Avaliação do potencial de sustentabilidade de unidades produtivas agroflorestais em várzeas de influência flúvio-marinha, Cametá- Pará. 2002. 194 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém.
- RODRIGUES, M.A. C.M; MIRANDA, I.S. & KATO, M.DO S.A. Flora e estrutura da vegetação secundária após uso de diferentes trituradores florestais. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 42, n.04, p. 45- 65, abr. 2007.
- SÁ, Tatiana Deane de Abreu. et al. Queimar ou não queimar?: De como produzir na Amazônia sem queimar. Revista USP, n. 72, p. 90-97, 2007.
- SAMPAIO, C. A.; KATO, O. R.; SILVA, D. e N. Sistema de corte e trituração da capoeira sem queima como alternativa de uso da terra, rumo à sustentabilidade florestal no Nordeste Paraense.Revista de Gestão Social e Ambiental,v. 2, n. 1, p. 41-53, jan./abr. 2008.

- SANCHEZ, P. A.; PALM, C. H.; VOSTI, S. A.; TOMICH, T. P.; KASYOKI, J. Alternatives to slash-and-burn: Challenge and approaches of an International Consortium. In: PALM, C. A.; VOSTI, S. A.; SANCHEZ, P. A.; POLLY, J. E. (Eds.). *Slash-and-burn agriculture: the search for alternatives*. New York: Columbia University Press, 2005.
- SÁNCHEZ, P.A. Suelos del Trópico. Características y Manejo. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, Costa Rica. 634 p. 1981.
- SCHAFFER, C. J. de O. A Diversificação de Atividades Agrícolas na Agricultura familiar no município de Sertão Santana, RS, a partir do programa municipal de incentivo à Viticultura. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2011. 34 f.
- SCHNEIDER, S. Reflexões sobre diversidade e diversificação: agricultura, formas familiares e desenvolvimento rural. *Ruris*, Porto Alegre, v. 4, p.85-131, 2010.
- SCHÜLE, W. Human Evolution, Animal Behaviour, and Quaternary Extinctions: a paleoecology of hunting. *Homo*, v. 41, p. 228-250, 1990^a
- SCHUMACHER M.V.; BRUN E.J.; HERNANDES J.I.; KÖNIG F.G. Produção de serapilheira em uma floresta de *Araucaria angustifolia* (bertol.) Kuntze no município de Pinhal Grande-RS. *Revista Árvore* 2004. 28, 29-37.
- SELEME, Rejane Maria Gonçalves. Agricultura familiar: Um estudo a respeito do trabalho da pessoa idosa no cultivo do tabaco na região de Canoinhas/SC. 2014. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Desenvolvimento Regional, Universidade do Contestado, Canoinhas, 2014.
- SEOANE, C. E. S.; SILVA, R. O.; STEENBOCK, W.; MASCHIO, W.; PINKUSS, I. L., SALMON, L. P. G., DA LUZ, R. S. S.; FROUFE; L. C. M. AGROFLORESTAS E SERVIÇOS AMBIENTAIS: ESPÉCIES PARA AUMENTO DO CICLO SUCESSIONAL E PARA facilitação de fluxo gênico. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 2(2), 183-188, 2012.
- SERRA, A. B. Indicadores de sustentabilidade do solo em sistemas alternativos ao uso do fogo, baseados nos princípios da agroecologia, desenvolvidos por agricultores familiares na região da Rodovia Transamazônica - oeste do Pará. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Pará; CentroAgropecuário, Programa de Pós-Graduação em Agriculturas Amazônicas, Belém, 2005.
- SERRA, A. B. Projeto Roça Sem Queimar II: Uma contribuição ao Desenvolvimento socioambiental da transamazônica e Xingu. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2004. PADEQ - Projetos Alternativos de Desmatamento e Queimada.
- SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V. H. et al. (Eds.). *Fertilidade do solo*. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: Viçosa-MG, 2007. Cap. 6, p. 275-374.
- SILVA, Victor Maurício et al. Qualidade de compostos orgânicos preparados com diferentes proporções de ramos de gliricídia (*Gliricidia sepium*). *Revista Brasileira de Agroecologia*, [S.l.], v. 8, n. 1, apr. 2013.

- SIMINSKI, A. Secondary Forest Succession in the Mata Atlantica, Brazil: Floristic and Phytosociological Trends. International Scholarly Research Network Ecology, 2011. p. 1-19.
- SIMINSKI, A.; FANTINI, A. C. Roça-de-toco: uso de recursos florestais e dinâmica da paisagem rural no Litoral de Santa Catarina. *Ciência Rural*, 37(3), 1-10, 2007.
- SORDI, Victor Fraile et al. Estratégia de diversificação em propriedades rurais: O caso da cunicultura. Convibra, 2015 Disponível em: <http://www.convibra.com.br/upload/paper/2013/30/2013_30_8042.pdf>. Acesso em: 05 julho 2019.
- SOUZA, L. S. N. Análise de Impactos das Queimadas sobre a Saúde Humana: Um estudo de caso do município de Rio Branco, Acre. Dissertação (Mestrado em Ciências na área da saúde...) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2008.
- SPONSEL, L. E. Amazon ecology and adaptation. *Annual Review of Anthropology*, v. 15, n. 1, p. 67-97, 1986.
- STEENBOCK, W. et al. (Org.). *Agrofloresta, ecologia e sociedade*. 1. ed. Curitiba: Kairós, 2013a. 422 p.
- STEENBOCK, W. et al. *Agrofloresta: aprendendo a produzir com a natureza*. Curitiba, 2013b.
- TRINDADE, E. F. da S.; VALENTE, M. A.; MOURÃO JÚNIOR, M. Propriedades físicas do solo sob diferentes sistemas de manejo da capoeira no Nordeste Paraense. *Agroecossistemas*, v. 4, n. 1, p. 50-67, 2012.
- TUBENCHLAK, F.; PEPE, I.; FELIPPE, E. L. C.; SIQUEIRA, A. P. P. Sistemas agroflorestais: Aumento e diversificação da produção de alimentos como estratégia para restauração de paisagens no Noroeste Fluminense – RJ, Brasil. *Cadernos de Agroecologia*, v. 13, 2018.

- VAN LEEUWEN, J. et al. Sistemas agroflorestais para a Amazônia: importância e pesquisas realizadas. In: NODA, H.; SOUZA, L. A. G.; FONSECA, O. J. M (Ed.). Duas décadas de contribuição do INPA a pesquisa agrônoma no tropico úmido. Manaus: INPA, 1997. p. 131-145.
- VELOSO, F.; Hespanhol, R. A. M. A Diversificação produtiva e as alternativas desenvolvidas no espaço rural do município de junqueirópolis (SP). Departamento de Geografia da FCT/UNESP, 2012.
- VENTURIERI, G. A. Indigenous Strategies Used to Domesticate Plants in Brazilian Amazon. In: Levin, S. A. (Ed.). Encyclopedia of Biodiversity. 2nd ed., v. 4. Waltham, MA: Academic Press, 2013. p. 279-292.
- VIANA,V.M., DUBOIS, J.C.L.; ANDERSON. A.B. Sistemas e práticas agroflorestais para Amazônia. In: Manual agroflorestal para a Amazônia. Rio de Janeiro, REBRA, 1996. v.1 p. 2-27.
- WANDELLI, E. V. et al. Recuperação de áreas de pastagens abandonadas e degradadas através de sistemas agroflorestais na Amazônia Ocidental. In: OLIVEIRA, J P. (Coord.). O universo Ticuna: território, saúde e meio ambiente. Brasília: Ministério de Ciência e Tecnologia, 2000. p. 448-462.
- WARING, R.H.; SCHLESINGER, W.H. Forest Ecosystems. Concepts and Management. Academic Press, Inc. 340 p. 1985.
- WILSON, J.R Agroforestry and soil fertility the eleventh hypothesis: shade. Agroforestry Today, Nairobi, v.2, n. 1, p. 14-15, 1990.
- WORSTER, D. Transformações da Terra: para uma perspectiva agroecológica da história. Ambiente & Sociedade, v. 5, p. 23-44, 2003.

2. Uso de sistemas alternativos e a redução das queimadas: uma análise temporal de focos de calor nos municípios de Igarapé-Açu e Marapanim, Pará.

Use of alternative systems and reducing burns: a temporal analysis of heat outputs in the city of Igarapé-Açu and Marapanim, Pará.

Manuscrito formatado para Revista Brazilian Journal of Development

RESUMO

Apesar do avanço das tecnologias na agricultura, ainda é bem comum entre os agricultores a prática da agricultura de corte e queima ou agricultura itinerante. O trabalho foi desenvolvido no âmbito do projeto Tipitamba, constituído de agricultores familiares objetivou avaliar as ocorrências de focos de calor em dois municípios que fazem parte do projeto que visa alternativas ao modo de produção convencional (derruba e queima) apontando a redução de focos de calor dos municípios Igarapé-Açu e Marapanim, Nordeste Paraense. Para os dados quantitativos das informações coletadas, houve uma sistematização, utilizando-se a ferramenta Microsoft Office Excel 2007. Para análise dos focos de calor, os dados foram obtidos na base de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e no site BDqueimadas, os dados coletados foram importados para um Sistema de Informação Geográfica (SIG), utilizando-se o software QGIS versão 2.18 Las Palmas, dos anos de 2000, 2005, 2010, 2015 e 2019, utilizando o estimador de Kernel. As ocorrências de foco de calor foram detectadas nas proximidades das propriedades com menor intensidade, corroborando com a eficácia do projeto ao longo desses 18 anos de busca por uso alternativo do solo. Em todos os anos analisados, houve prevalência de aumento de focos de calor em período de estiagem. Através do estimador de densidade kernel foi possível a análise do comportamento dos focos de calor, gerando-se informações qualitativas acerca dos municípios de Igarapé-Açu e Marapanim-PA, no período estudado. Os sistemas agroflorestais mudaram o cenário das propriedades, com restauração florestal foi possível perceber que as incidências de focos de calor diminuíram.

PALAVRAS CHAVE: Sistemas agroflorestais, Geotecnologias, Agricultura familiar, Gestão, Educação ambiental, Agricultura itinerante.

ABSTRACT

Despite the advancement of technologies in agriculture, it is still quite common among farmers to practice slash and burn agriculture or shifting agriculture. The work was developed within the scope of the Tipitamba project, made up of family farmers aimed at evaluating the occurrences of heat sources in two municipalities that are part of the project that aims at alternatives to the conventional production method (cutting and burning) aiming at reducing heat sources of the municipalities Igarapé-Açu and Marapanim, Northeast Paraense. For the quantitative data of the collected information, there was a systematization, using the Microsoft Office Excel 2007 tool. To analyze the hot spots, the data were obtained from the database of the National Institute for Space Research (INPE) and on the BDqueimadas website, the collected data were imported into a Geographic Information System (GIS), using the QGIS software version 2.18 Las Palmas, from the years 2000, 2005, 2010, 2015 and 2019, using the kernel estimator. The occurrences of heat focus were detected in the vicinity of the properties with less intensity, corroborating the effectiveness of the project over these 18 years of search for alternative land use. In all the years analyzed, there was a prevalence of increased hot spots in the dry season. Through the kernel density estimator it was possible to analyze the behavior of the hot spots, generating qualitative information about the municipalities of Igarapé-Açu and Marapanim-PA, in the studied period. Agroforestry systems changed the landscape of the properties, with forest restoration it was possible to notice that the incidences of hot spots decreased.

KEYWORDS: Agroforestry systems, Geotechnologies, Family farming, Management, Environmental education, Itinerant agriculture.

2.1. INTRODUÇÃO

O homem emprega o fogo com o intuito de limpar o terreno e manejar para o estabelecimento da pecuária e da agricultura. O uso do fogo é uma prática comum no meio rural, por ser uma técnica eficiente sob o ponto de vista dos produtores. Os agricultores utilizam a queima por considerá-la um meio prático para diversas finalidades, como limpeza do terreno para eliminar restos culturais; aumento da disponibilidade de nutrientes no solo na forma de cinzas e, conseqüentemente, da sua capacidade produtiva; redução da incidência de pragas, doenças, e de gastos com mão-de-obra para limpeza do terreno; redução dos custos de produção, entre outras (MESQUITA, 2013).

No entanto, segundo Vilela (1998), o uso do sistema derruba e queima provoca diversos problemas do ponto de vista produtivo e ecológico, tais como, o desgaste do solo, diminuição da vida microbiana, perdas de nutrientes através das intempéries e da volatilização, suscetibilidade à erosão, entre outros. Ademais, as queimadas são as principais responsáveis pela liberação de partículas de aerossóis para o ar, as quais interagem com a radiação solar afetando tanto o balanço de energia como o ciclo hidrológico local (NOVAIS et al., 2017).

Conforme Cordeiro e colaboradores (2017), após 200 anos da intensificação dessa prática de agricultura itinerante, a mesorregião Nordeste Paraense sofre com a falta de nutrientes no solo, o qual é naturalmente escasso e, devido ao manejo, ainda perde mais a sua fertilidade e capacidade de retenção de água.

O universo da agricultura familiar no Brasil é extremamente heterogêneo e inclui, desde famílias muito pobres, que detém, em caráter precário, um pedaço de terra que dificilmente pode servir de base para uma unidade de produção sustentável até famílias com grande dotação de recursos — terra, capacitação, organização, conhecimento etc.

O município de Igarapé-Açu é caracterizado, historicamente, pela agricultura itinerante de derruba e queima. Por meio disso, os ecossistemas que representam o cenário dessa localidade podem ser descritos com áreas alternadas, compostas por capoeiras, ocupadas por pastagens de capim quicuío (*Brachiaria* sp.) invadidas por juquira¹, além da existência de inúmeras roças de mandioca e pimenteira-do-reino (TRINDADE; SILVA, P.; SILVA, L., 2015). No caso de Marapanim, trata-se de uma cidade agrícola (IBGE, 2013) e com ênfase nas práticas pesqueiras (ALVES; GUTJAHR; SILVA, 2015). Em síntese, de acordo com Oliveira e Maneschy (2014),

¹ Vegetação de porte baixo ou mato que nascem predominantemente em áreas abandonadas (campos de plantio e pastos)

as comunidades predominantemente rurais caracterizam-se por reduzido poder político e econômico, vasta dependência de recursos naturais.

A partir do trabalho desenvolvido por Barreiros e colaboradores (2017), compreende-se os focos de calor como aqueles gerados por meio da possibilidade de incêndio, tanto de forma antrópica, como natural. Geotecnologias surgem como um importante recurso de subsídio na identificação das queimadas, permitindo a localização, quantificação e a execução de estudos analíticos espaço-temporais das áreas onde ocorrem incêndios (PEREIRA, et al., 2016).

A utilização de séries temporais de dados de satélites e técnicas de geoprocessamento constitui uma valiosa fonte de informação, sendo imprescindível sua utilização para a gestão ambiental e execução de atividades que minimizem os impactos destes fatores no Estado do Pará e para o agricultor. Desta forma, além do uso no território dos municípios, espera-se avaliar o uso e ocupação do solo, caracterizando e revelando alguns pontos fortes e fracos do sistema adotado. Dessa maneira, objetivou-se por meio desse uma análise temporal dos focos de calor nos municípios de Igarapé-Açu e Marapanim- PA.

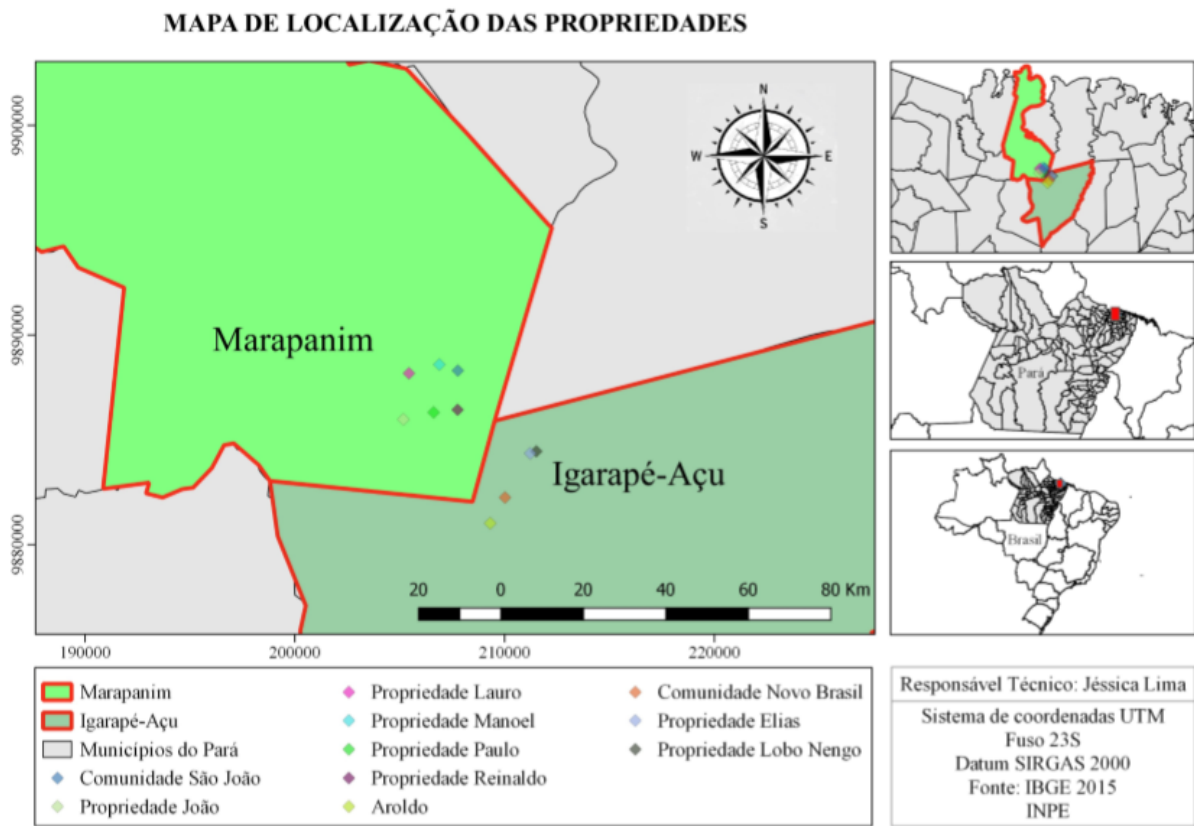
2.2. MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1. Área de estudo

Os municípios de Igarapé-Açu e Marapanim estão localizados na região Nordeste do Pará, pertencentes à Zona Bragantina. A Figura 1 sede do município de Igarapé-Açu tem coordenada geográfica de 1°07'33" de latitude sul e 47°37'27" de longitude a oeste de Greenwich. Apresenta população de 38.588 habitantes distribuídos em uma área territorial de 785,983 km², com densidade demográfica de 45,66 habitantes por km². Já o município de Marapanim tem coordenada geográfica de 00° 43' 03" de latitude sul e 47° 41' 59" de longitude a oeste. Possui uma população de 28.220 habitantes distribuídos em uma área territorial de 804,760 Km² com densidade demográfica de 33,42 habitantes por km² (IBGE, 2018).

A Região do Nordeste Paraense, compreendendo os municípios de Igarapé-Açu e Marapanim, de acordo com a classificação de Köppen, tem clima quente e úmido, do tipo "Ami", com temperatura máxima de 32,2 °C e mínima de 21,4 °C e umidade relativa do ar de 80 a 89%. Os meses de maior precipitação vai de fevereiro a abril e menor precipitação de setembro a novembro (CORDEIRO et al., 2010). Na maioria dos meses do ano existe uma pluviosidade significativa, média anual é 2495 mm. Em Marapanim 2808 mm é o valor da pluviosidade média anual. O solo predominante é o Latossolo Amarelo, textura média, de baixa fertilidade, com 2 mg de P kg⁻¹ de solo e pH ácido (5,8) (ARAGÃO et al., 2012).

Figura 1: Mapa de Localização dos municípios de Igarapé-Açu e Marapanim e Comunidades estudadas.



Fonte: Autor (2019)

2.2.2. Análise de kernel

Os dados foram obtidos, no formato Shapefile, na base de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) no site BDqueimadas, no qual são disponibilizados pelo INPE dados referentes a coordenadas geográficas de focos de calor, alertas de ocorrências dos focos em áreas de interesse especial, risco meteorológico de fogo, estimativas de concentração de fumaça, mapeamento de áreas queimadas, dentre outros. Os dados coletados foram importados para um Sistema de Informação Geográfica (SIG), utilizando-se o software QGIS versão 2.18 Las Palmas.

Foi gerada uma nuvem de pontos contendo informações dos focos de calor dos anos de 2000, 2005, 2010, 2015 e 2019 nos municípios de Igarapé-Açu e Marapanim, no estado do Pará. Sendo, portanto, a base para geração dos mapas de densidade. Para essa finalidade, foi utilizado o estimador de densidade Kernel, presente na ferramenta Mapa de Calor do software QGIS. Por meio do complemento Mapa de Calor, consegue-se um arquivo raster como resultado do empilhamento de (n) outros raster circulares de raio (h) para cada ponto do dado de entrada segundo a fórmula abaixo:

$$f(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - X_i}{h}\right)$$

Na qual K = função Kernel; h = raio de busca; x = posição do centro de cada célula do raster de saída; X_i = posição do ponto i proveniente do centroide de cada polígono; e n = número total de infrações ambientais.

O estimador de densidade Kernel desenha uma vizinhança circular ao redor de cada ponto da amostra, correspondendo ao raio de influência, e então é aplicada uma função matemática de 1, na posição do ponto, a 0, na fronteira da vizinhança. O valor para a célula é a soma dos valores Kernel sobrepostos, e divididos pela área de cada raio de pesquisa (SILVERMAN, 1986).

Após a criação dos mapas contendo as regiões de densidade, os dados raster foram reclassificados através da renderização da banda da imagem na opção banda simples falsa-cor, categorizando-a em cinco classes: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta.

2.3. RESULTADO E DISCUSSÃO

2.3.1. Quanto aos números de focos de calor e análise temporal

Conforme os dados coletados, na fase temporal de 18 anos, foram detectados, um total de 617 e 610 focos de calor, em Igarapé-Açu e Marapanim respectivamente (Quadro 1). No quantitativo anual, as ocorrências de focos de calor registradas foram maiores em 2015, com 316 para Igarapé-Açu e 378 registros para Marapanim, seguido dos anos de 2005 com 158 e 98 ocorrências e em 2010 com 83 e 70 para os municípios.

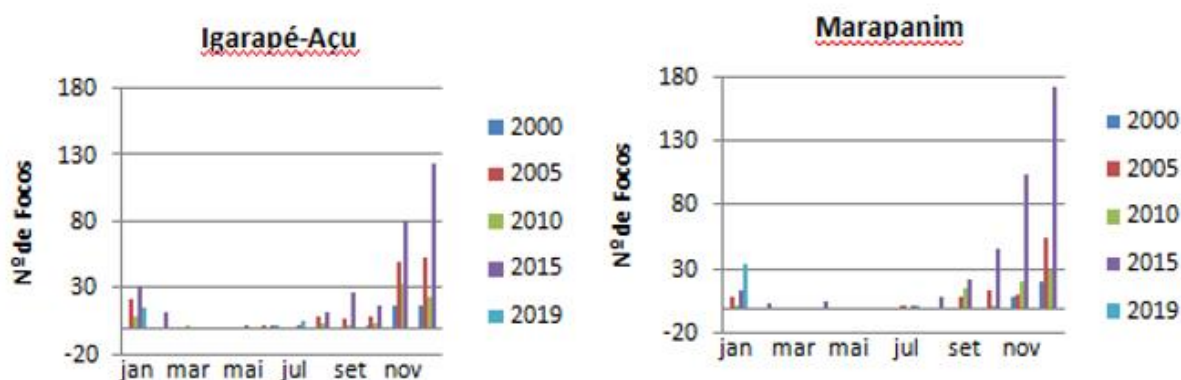
Quadro 1: Quantitativo de focos calor nos anos estudados, base de dados do INPE..

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Igarapé-Açu	80	13	2		2	8	10	28	38	34	184	218
2000										3	17	17
2005	23					3	1	10	8	9	51	53
2010	9		2				1	5	3	5	34	24
2015	33	13			2	3	2	13	27	17	82	124
2019	15					2	6					
Marapanim	58	4		5			3	9	47	63	144	277
2000											8	20
2005	8						1		9	14	11	55
2010	2								16	2	21	29
2015	13	4		5			1	9	22	47	104	173
2019	35						1					

Fonte: Autor (2019).

De acordo com a distribuição mensal dos focos os meses que mais apresentaram ocorrências foram os meses mais secos, ou seja, menos chuvosos de setembro a novembro (Gráfico 1).

Gráfico 1: Números de focos de calor distribuídos nos meses de maior ocorrência



Fonte: autor (2019).

Abreu et al. (2015) enfatizam que os meses considerados de seca (setembro, outubro e novembro), são os períodos mais quentes do ano, consequentemente, não há registros de raios. Além disso é importante salientar que a ação humana tem influência direta na origem desses focos de calor. As ocorrências de foco de calor não foram detectadas nas proximidades das propriedades, mesmo no período do El Niño, colaborando com a eficácia do projeto ao longo desses 19 anos de busca por uso alternativo do solo. Na figura 2 e 3 é possível acompanhar as médias climáticas dos dois municípios.

Figura 2: Dados climatológicos para Igarapé-Açu.

	Janeiro	Fev.	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Temperatura média (°C)	26.3	26	25.5	26.3	26.2	26.3	26.6	26.4	26.6	27	27	26.9
Temperatura mínima (°C)	22.1	22.2	22.2	22.3	21.7	21.6	21.4	21.5	21.5	21.6	21.8	22
Temperatura máxima (°C)	30.5	29.8	28.8	30.4	30.8	31	31.2	31.4	31.8	32.4	32.3	31.8
Chuva (mm)	290	364	481	415	289	187	146	117	52	3	30	86

Fonte: climate-data.org (2019).

Figura 3: Dados climatológicos para Marapanim.

	Janeiro	Fev.	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Temperatura média (°C)	26.3	26	25.8	26.4	26.4	26.5	26.6	26.8	27.1	27.3	27.2	27
Temperatura mínima (°C)	22.4	22.5	22.6	22.6	22.2	22.2	22.2	22.3	22.3	22.4	22.4	22.5
Temperatura máxima (°C)	30.3	29.5	29	30.3	30.7	30.9	31	31.4	31.9	32.3	32.1	31.6
Chuva (mm)	373	423	557	556	380	167	130	77	27	18	20	100

Fonte: climate-data.org (2019).

No período de janeiro a maio as médias mensais ultrapassaram 200 mm de chuva, sendo observado que fevereiro (364 mm), março (481 mm) e abril (415 mm) para o município de Igarapé-Açu foi o trimestre mais chuvoso. Enquanto que para o município de Marapanim as médias também ultrapassaram 200 mm de chuva, e com os meses fevereiro (423 mm), março (557 mm) e abril (556 mm).

Para o município de Igarapé-Açu, o mês de agosto foi bem mais chuvoso do que para Marapanim, uma diferença de 40 mm de chuva, o dobro da média que choveu no mês de novembro em Marapanim. O período de agosto a novembro apresentou as menores médias dos totais mensais, sendo que os meses de agosto a novembro ficaram com as médias dos totais mensais de chuva em torno de 60 mm, o mês de maior escassez em médias totais foi novembro com 30 mm para Igarapé-Açu e outubro para Marapanim com 18 mm de chuva.

De acordo com, Oliveira, 2002 os produtores possuem um calendário agrícola (quadro 2) o que corrobora com as médias climáticas no município. E é baseado na estação climática. No período chuvoso, a maioria das culturas são cultivadas, exceto a mandioca que é cultivada nos dois períodos, chuvoso e não chuvoso (verão).

Quadro 2: Calendário Agrícola da comunidade São João, município de Marapanim.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Plantio:											Queima		
Roça de Janeiro	Milho, Arroz, Perenes e Semi-per.	Plantio de mandioca			Plantio de feijão			Broca + Derrubada			Coivara		
Roça de Verão					Broca + Derruba		Queima						
					Plantio de Mandioca/Mandioca + Feijão								
					Plantio de malancia								
Capina	1ª capina (roça de Janeiro)				2ª capina (roça de janeiro)				3ª Capina (roça de janeiro)				2ª Capina (roça de Verão)
Colheita	Mandioca												
	Feijão												
	Milho Verde		Arroz		Arroz e milho seco								
											Período de estiagem		

Fonte: Oliveira (2002).

Vieira et al. (2007), em um estudo com Sistema agroflorestal, diz que o calendário agrícola de Igarapé-Açu segue os mesmos meses para plantio. Assim, a limpeza e o preparo da área ocorrem no período menos chuvoso, tendo início no mês de julho, indo até o mês de novembro. Em se tratando do plantio, esta atividade tem início em dezembro e termina em maio, coincidindo com o término do período chuvoso. A adubação, por sua vez, é realizada nos meses de janeiro a fevereiro (adubação de várias espécies) e maio (adubação do feijão).

Observando então, o período menos chuvoso, pode ser perceber os maiores índices de queimadas na agricultura. Sendo assim, os gráficos de focos de calor para os municípios apresentaram uma análise intervalar de 5 em 5 anos. No Pará só em dezembro de 2015 foram registrados 366 focos de calor (SEMAS, 2015), sendo que os dois municípios estudados representam quase metade dos focos registrados no mesmo período.

Como mostrado nos resultados acima, na região Norte brasileira, já se observa a prevalência de períodos de seca no Leste da Amazônia e de chuvas intensas no Oeste da Amazônia. Segundo Carvalho et al. (2002), em um estudo utilizando o Índice Padronizado de Precipitação (IPP), mostrou uma queda de 0,32 por década entre 1970 e 1999 nos estados do Pará, Maranhão, Amazonas, Tocantins, Mato Grosso, Goiás e Rondônia (Li et al., 2008). (HUGHES e SAUNDERS, 2002). A tendência negativa observada foi explicada pela força antropogênica externa, e não pela variabilidade natural. Isto significa que as emissões humanas é um fator que contribui para o aumento da estiagem, e se continuarem, o IPP, provavelmente, se tornará mais negativo (SOUSA et al. 2016). Neste cenário, em um período de médio prazo, a região da Amazônia vem demonstrando cada vez mais eventos frequentes de seca e estiagens mais

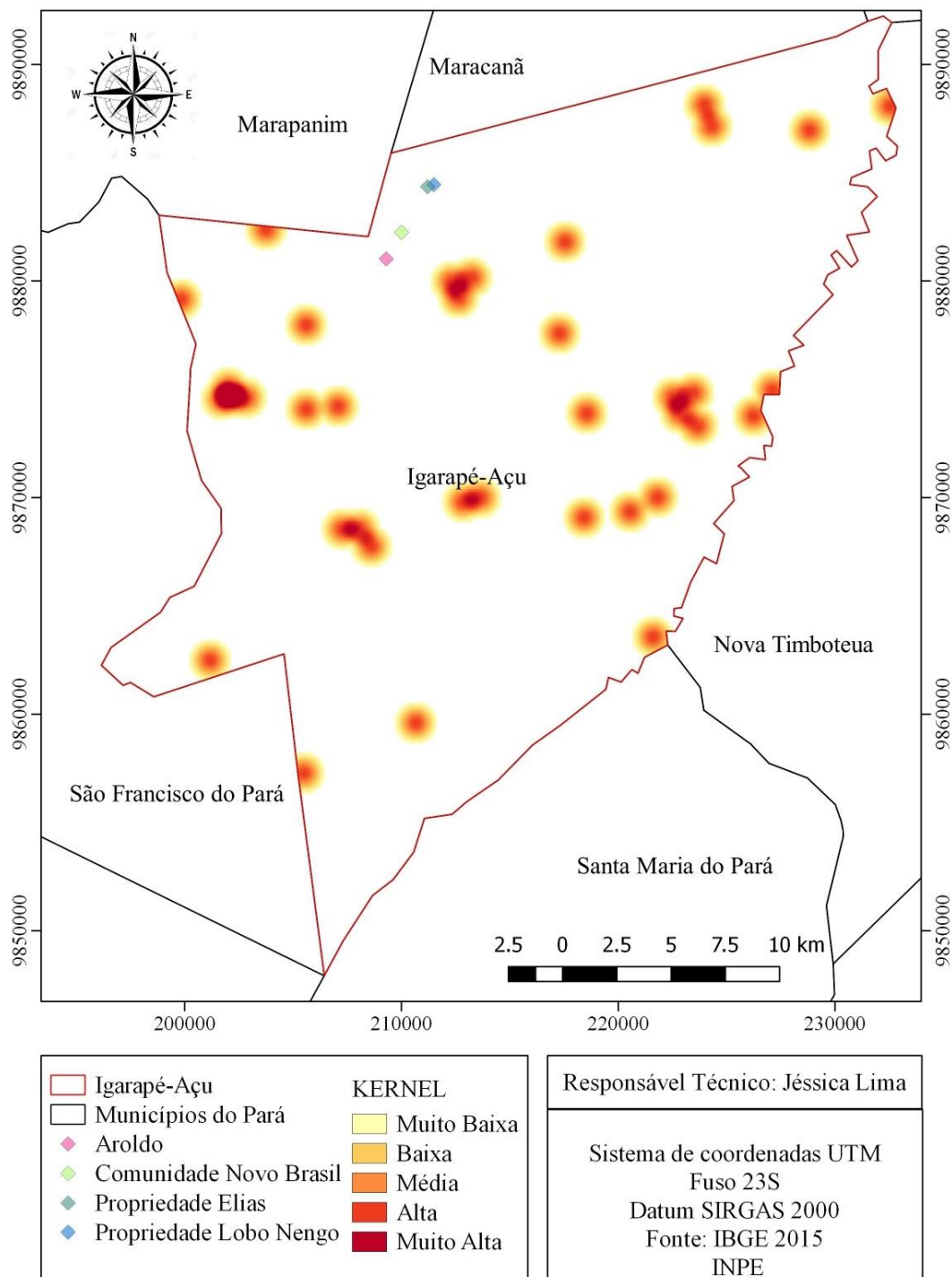
intensa, levando a ocorrência de incêndios florestais e agravando as condições para produção agrícola e qualidade de vida (MACEDO, 2010).

Desse modo, do total registrado de focos de calor durante os anos analisados, o ano de 2015 representou cerca de 51,22% (Igarapé-Açu) e 61,97% (Marapanim) dos focos, em seguida, o ano de 2005 com 25,61% e 16,06%, enquanto que 2010 o percentual foi de 13,45% e 11,47%, respectivamente. Os mapas do qual foi extraído esses dados, se encontram nas (Figuras 4 e 5) para o município de Igarapé-Açu e (Figura 6 e 7) para o município de Marapanim.

De acordo com o INPE (2018) os dez municípios brasileiros que mais queimaram no mês de dezembro, quase todos encontram-se nos Estados do Pará (Figura 8). O total de queimadas apenas nesses dez municípios foi de 577 focos, o que representou 11% de todos os focos registrados nos 5.570 municípios de todo País (INPE 2018).

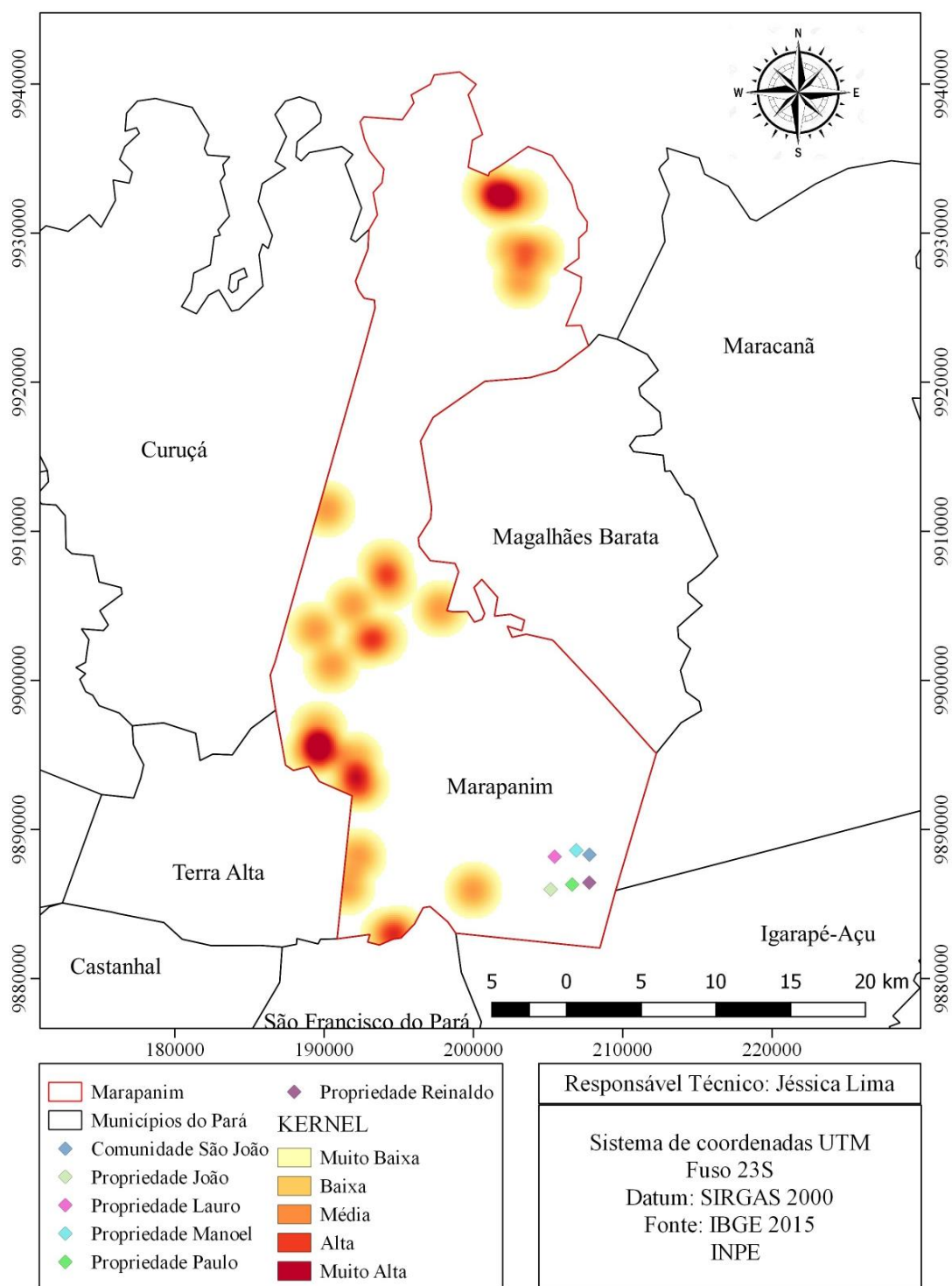
Figura 4 : Mapa de focos de calor do ano 2000 para o município de Igarapé-Açu, PA.

MAPA DA DENSIDADE DE KERNEL – ANO 2000



Fonte: Dados coletados do próprio autor.

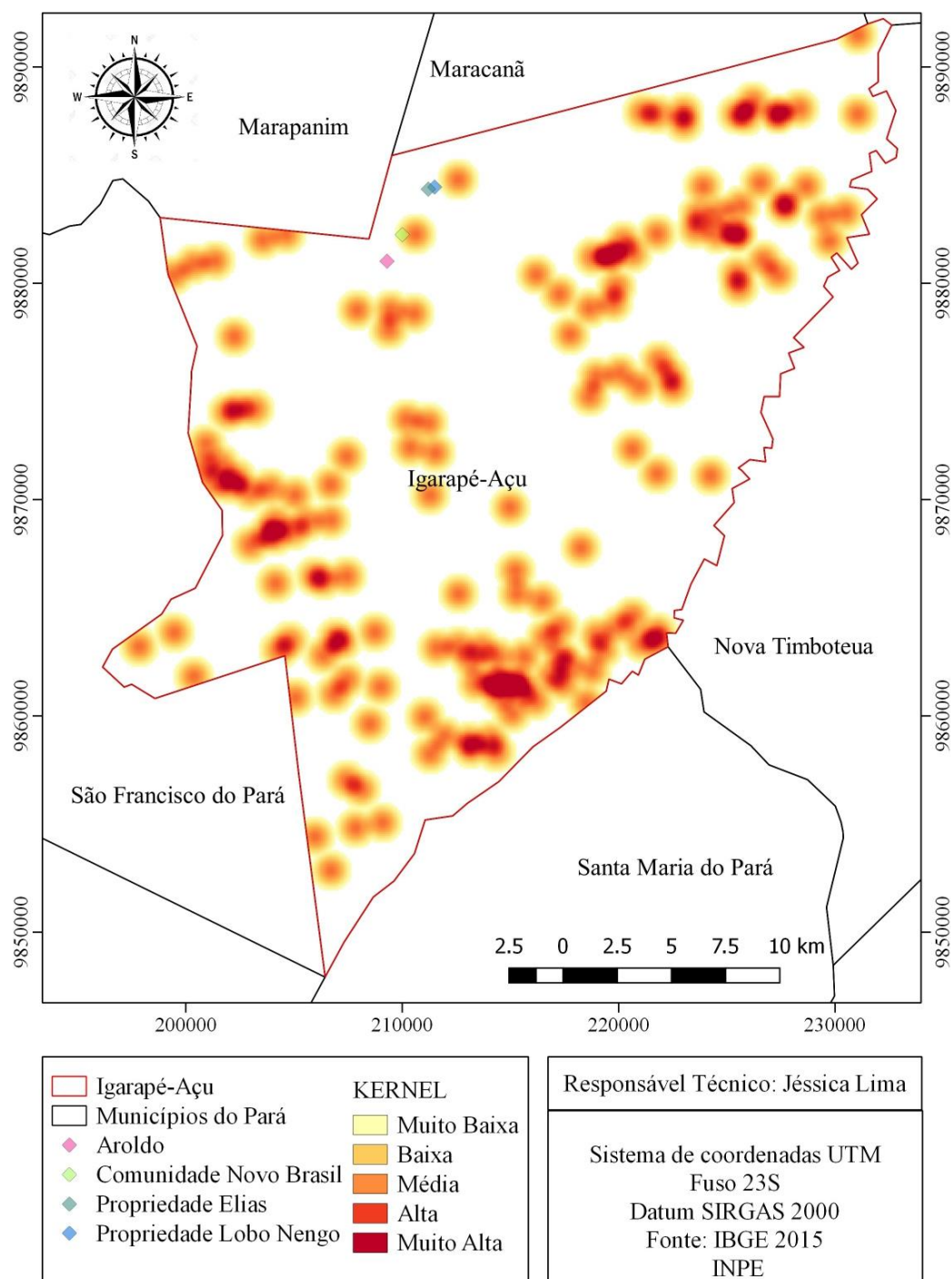
Figura 5 : Mapa de focos de calor do ano 2000 para o município de Marapanim, PA.
MAPA DA DENSIDADE DE KERNEL - ANO 2000



Fonte: Dados coletados do próprio autor.

Figura 6 : Mapa de focos de calor do ano 2005 para o município de Igarapé-Açu, PA.

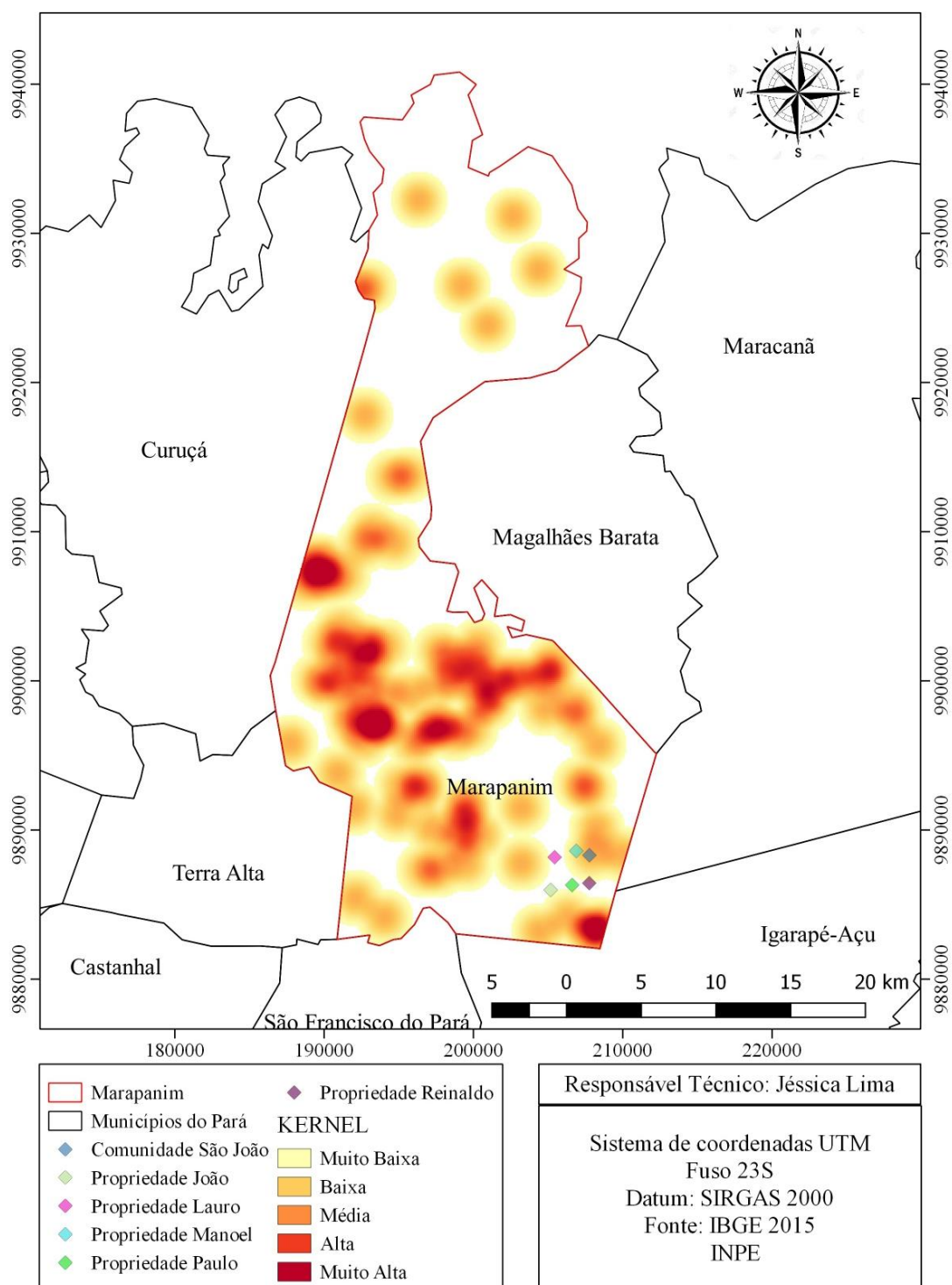
MAPA DA DENSIDADE DE KERNEL – ANO 2005



Fonte: Dados coletados do próprio autor.

Figura 7 : Mapa de focos de calor do ano 2005 para o município de Marapanim, PA.

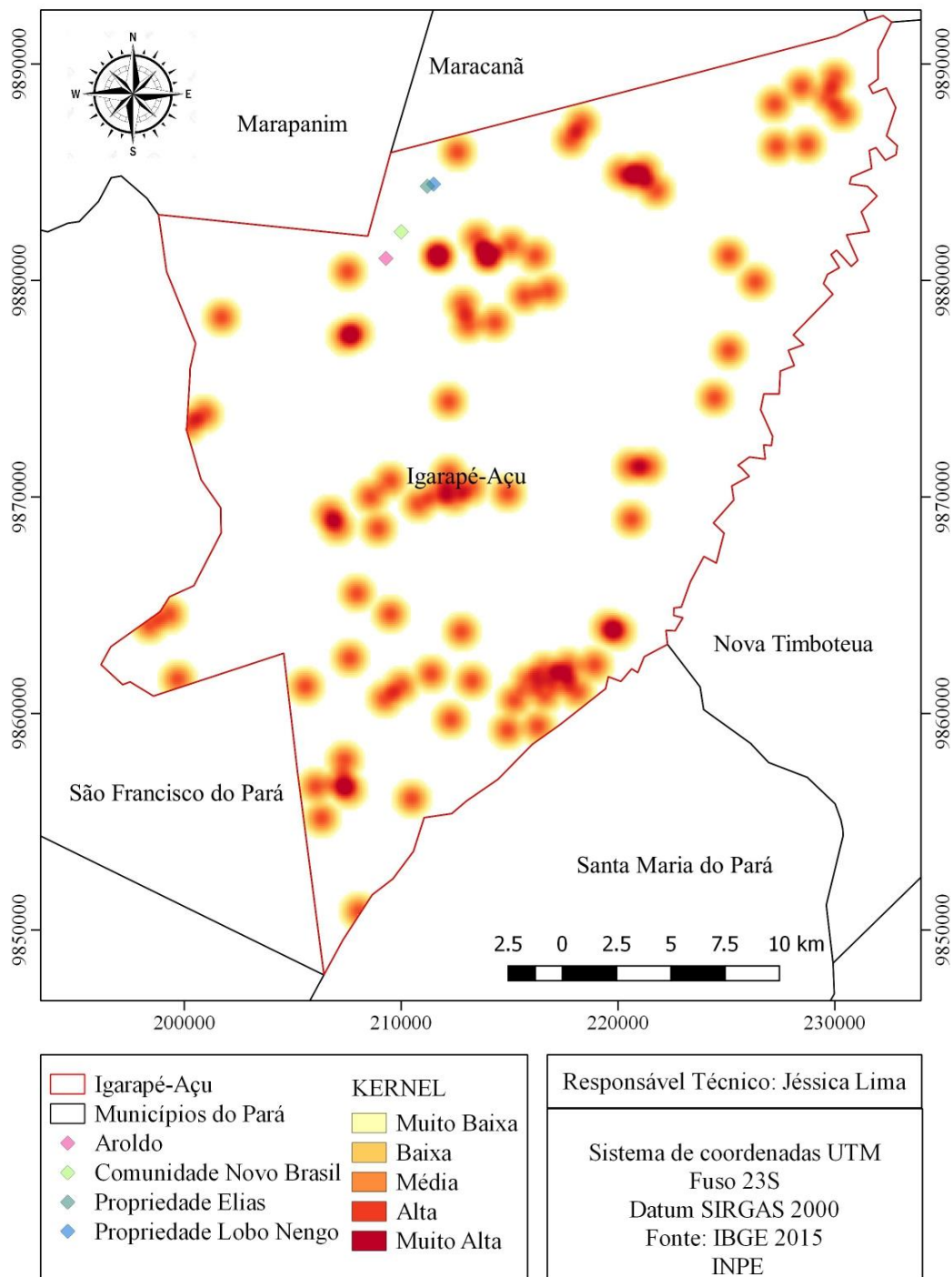
MAPA DA DENSIDADE DE KERNEL - ANO 2005



Fonte: Dados coletados do próprio autor.

Figura 8 : Mapa de focos de calor do ano 2010 para o município de Igarapé-Açu, PA.

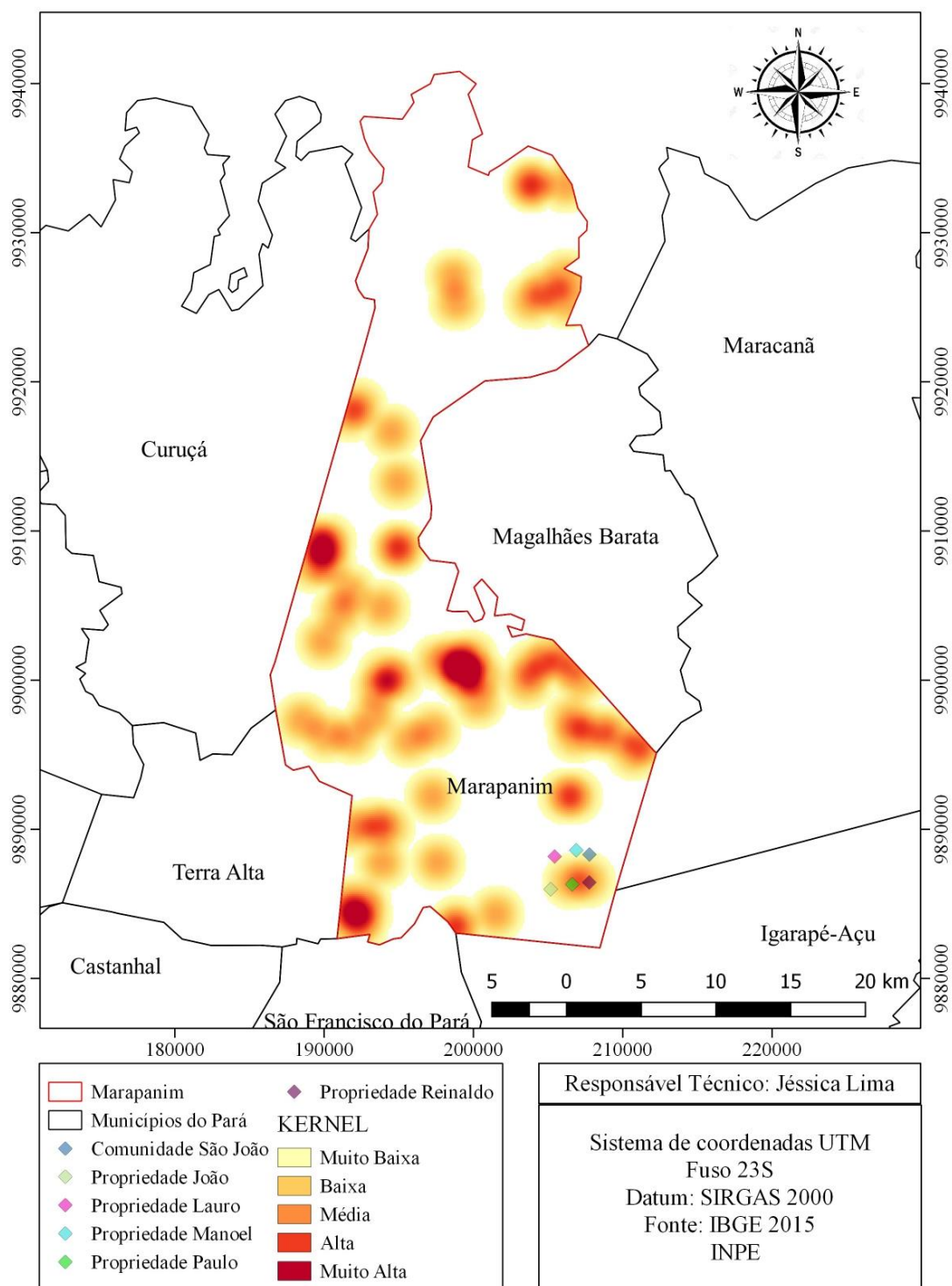
MAPA DA DENSIDADE DE KERNEL – ANO 2010



Fonte: Dados coletados do próprio autor.

Figura 9 : Mapa de focos de calor do ano 2010 para o município de Marapanim, PA.

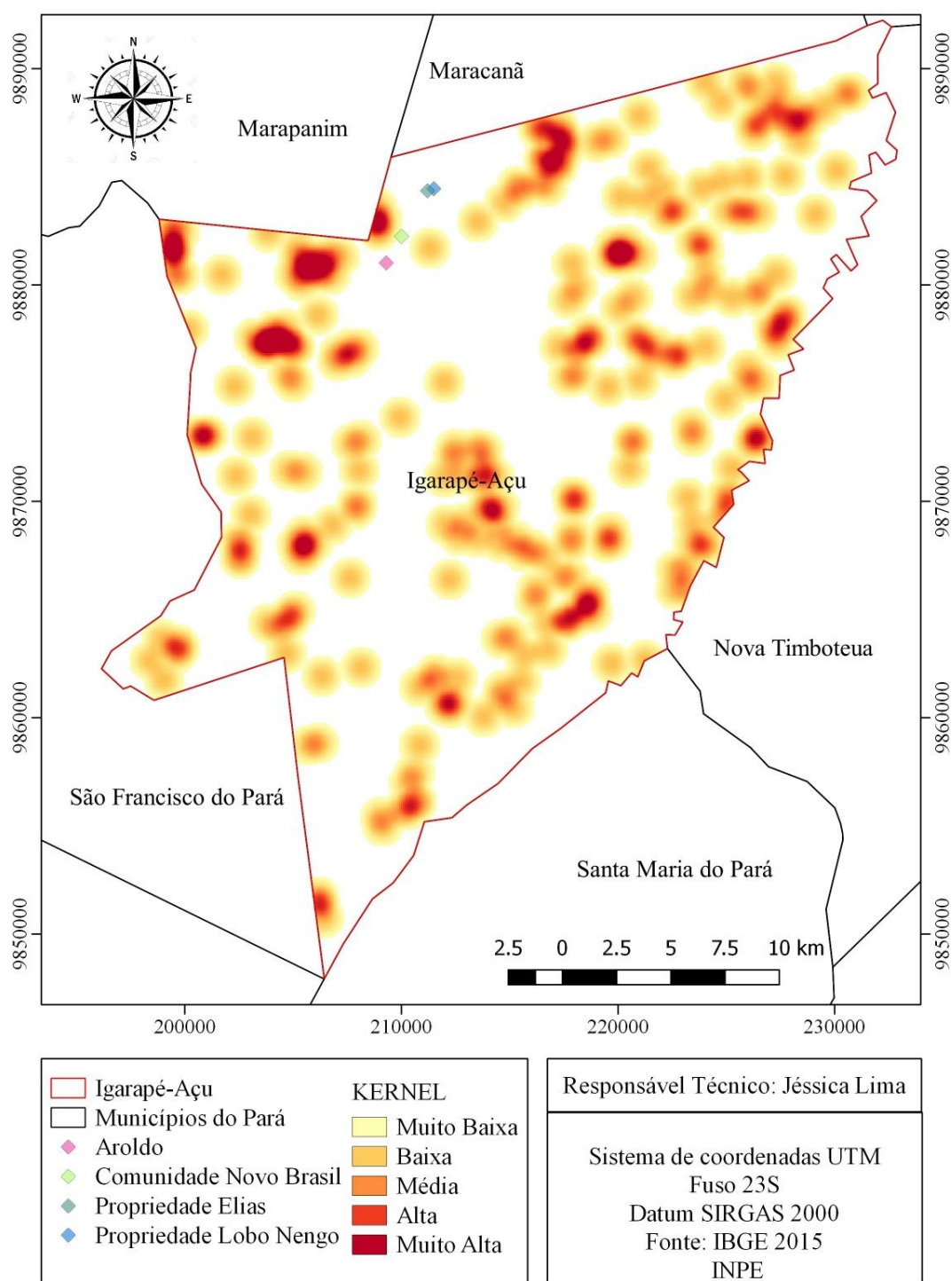
MAPA DA DENSIDADE DE KERNEL - ANO 2010



Fonte: Dados coletados do próprio autor.

Figura 10 : Mapa de focos de calor do ano 2015 para o município de Igarapé-Açu, PA.

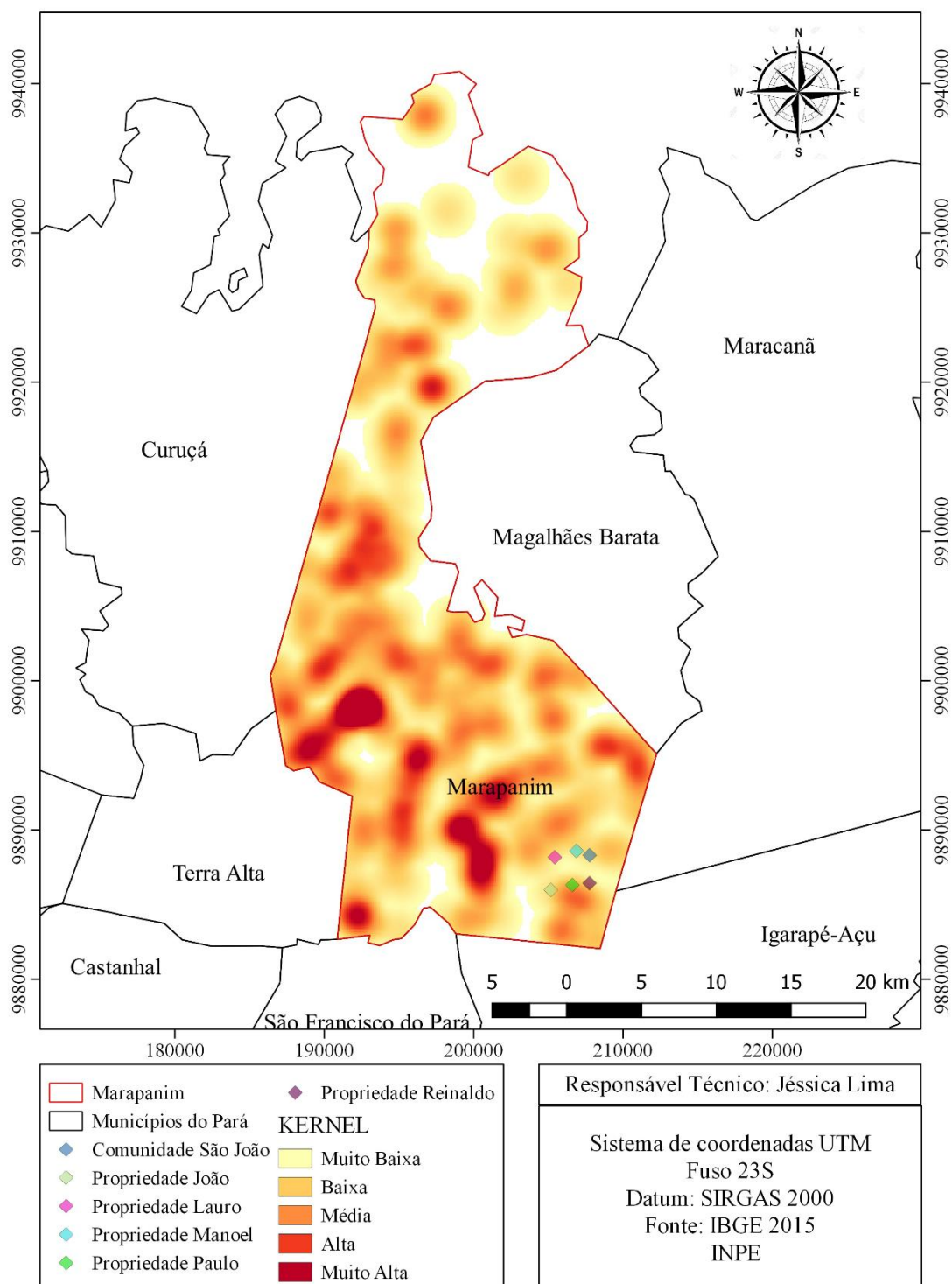
MAPA DA DENSIDADE DE KERNEL – ANO 2015



Fonte: Dados coletados do próprio autor.

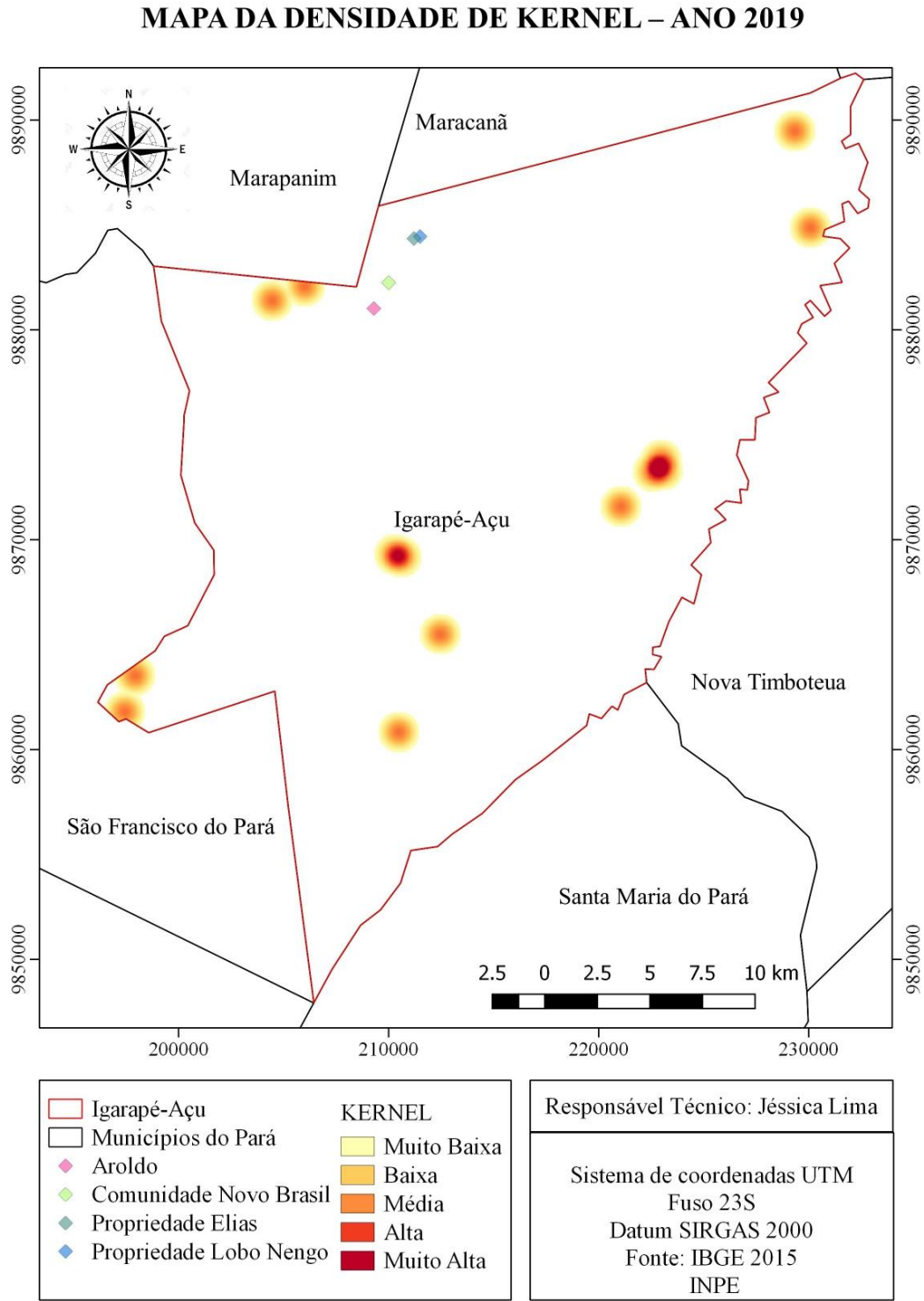
Figura 11 : Mapa de focos de calor do ano 2015 para o município de Marapanim, PA.

MAPA DA DENSIDADE DE KERNEL - ANO 2015



Fonte: Dados coletados do próprio autor.

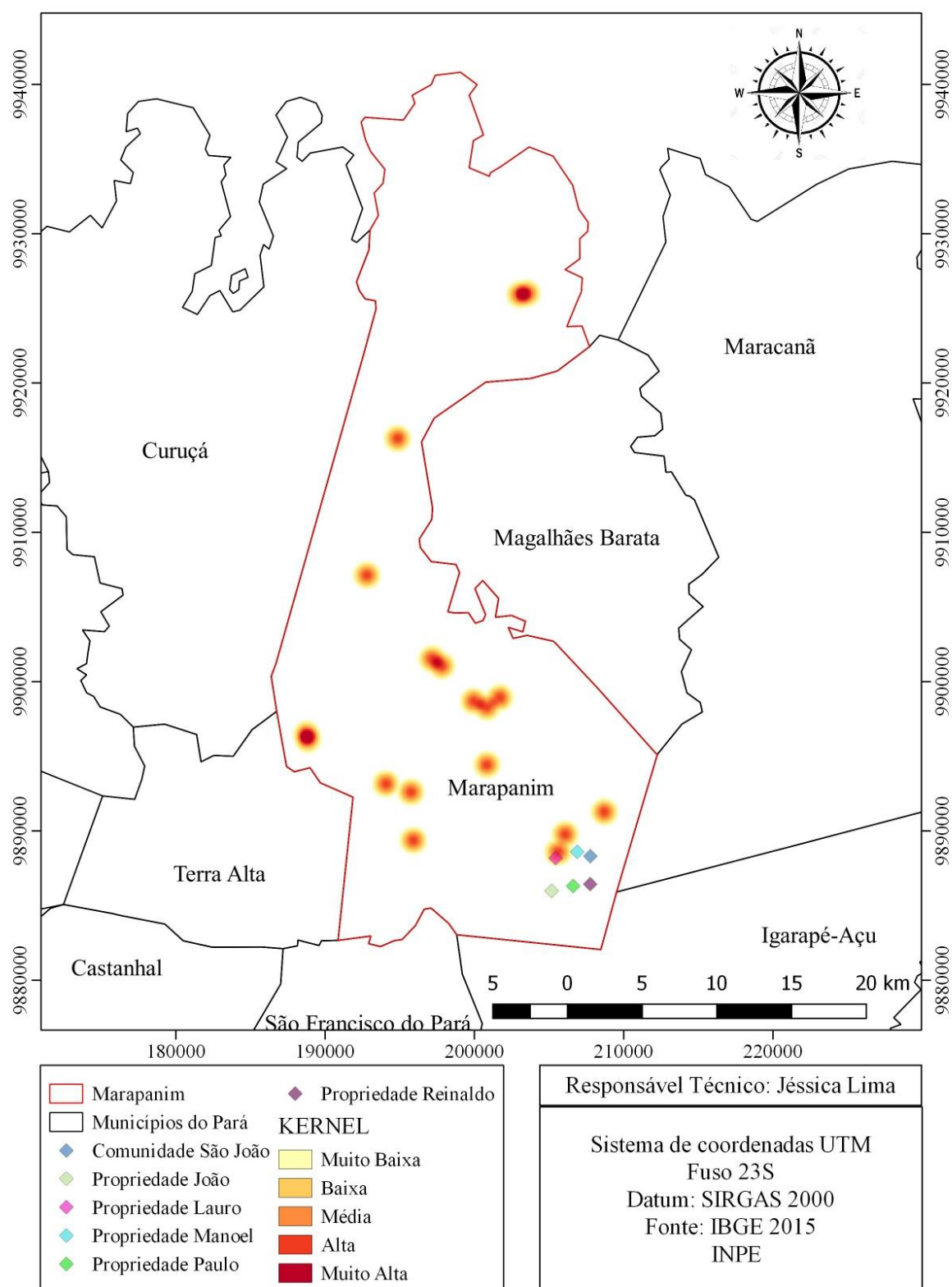
Figura 12 : Mapa de focos de calor do ano 2019 para o município de Igarapé-Açu, PA.



Fonte: Dados coletados do próprio autor.

Figura 13 : Mapa de focos de calor do ano 2019 para o município de Marapanim, PA.

MAPA DA DENSIDADE DE KERNEL - ANO 2019



Fonte: Dados coletados do próprio autor.

2.4. CONCLUSÃO

Em todos os anos analisados, houve prevalência de aumento de focos de calor em período de estiagem, com alta intensidade de focos nos meses de setembro a dezembro. Através do estimador de densidade kernel foi possível a análise do comportamento dos focos de calor, gerando-se informações qualitativas acerca dos municípios de Igarapé-Açu e Marapanim-PA, no período estudado.

Os sistemas agroflorestais mudaram o cenário das propriedades, com restauração florestal foi possível perceber que as incidências de focos de calor diminuíram. As propriedades apresentaram resistência aos focos, mesmos no período de estiagem dos municípios.

REFERÊNCIAS

- SILVERMAN, B. W. Density Estimation for Statistics and Data Analysis. Nova York: Chapman and Hall, 1986. Disponível em: <https://ned.ipac.caltech.edu/level5/March02/Silverman/paper.pdf> Acesso em: 22 set. 2019.
- MESQUITA, Antônio Gilson Gomes. Impactos das queimadas sobre o ambiente e a biodiversidade acreana. **Revista Ramal de Ideias**, 2013. Não paginado.
- VILELA, Mário Hamilton. **Análise crítica da agricultura**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1998.
- NOVAIS, J. W. Z. et al. Relação entre profundidade óptica de aerossóis e radiação fotossinteticamente ativa e global no cerrado mato-grossense. **Revista Estudo & Debate**, v. 24, n. 1, p. 153-167, 2017.
- CORDEIRO, I. M. C. C. et al. **NORDESTE PARAENSE: Panorama geral e uso sustentável das florestas secundárias**. Belém: EDUFRA, 2017, p. 304.
- TRINDADE, I. A.; SILVA, P. S. da S.; SILVA, L. O. A. Influência do desmatamento da floresta Amazônica em Igarapé-Açu, PA. **Anais...** Belém: Pará, v. 2, 2015, p. 189-194.
- OLIVEIRA, M. V.; MANESCHY, M. C. A. Territórios e territorialidades no extrativismo de caranguejos em Pontinha de Bacuriteua, Bragança, Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, v. 9, n. 1, p. 129-143, 2014.
- ALVES, R. J. M.; GUTJAHR, A. L. N.; SILVA, J. A. E. S. Caracterização socioeconômica e produtiva da pesca artesanal no município de Marapanim, Pará, Brasil. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, v. 13, p. 1-17, 2015.
- BARREIROS, D. L. P.; DUARTE, J. F. S.; IGAWA¹, T. K.; SILVA, T. M.; ELLERES, F. A. P.; GUSMÃO, L. H. A. Estudo dos focos de calor no município de Parauapebas (PA) no período de 2005 a 2015. **Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR**, Santos - SP, Brasil, 28 a 31 de maio de 2017, INPE.
- PEREIRA, J. A. V.; SILVA, J. B. da. Detecção de Focos de Calor no Estado da Paraíba: um estudo sobre as queimadas. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 10, n. 1, p. 5-16, 2016.
- ABREU, F.A., SOUZA, J.S.A. Dinâmica Espaço-temporal de Focos de Calor em Duas Terras Indígenas do Estado de Mato Grosso: uma Abordagem Geoespacial sobre a Dinâmica do Uso do Fogo por Xavantes e Bororos. **Floresta e Ambiente**. ISSN 2179-8087 (online), 2015.
- VIEIRA, T. A.; ROSA, L. S.; VASCONCELOS, P. C. S.; SANTOS, M. M.; MODESTO, R. S. Sistemas agroflorestais em áreas de agricultores familiares em Igarapé-Açu, Pará: caracterização florística, implantação e manejo. *Acta Amazonica*, Belém, v.37 n.4, 2007.
- HUGHES, B. L.; SAUNDERS, M. A. A. Drought Climatology for Europe. *International Journal of Climatology*, v.22, p.1571-1592, 2002.

- ARAGÃO, D. V.; CARVALHO, C. J. R.; KATO, O. R.; ARAUJO, C. M.; SANTOS, M. T. P.; MOURÃO JUNIOR, M. Avaliação de indicadores de qualidade do solo sob alternativas de recuperação do solo no Nordeste Paraense. *Acta Amazonica*, vol. 42, 2012.
- SILVERMAN, B. W. *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*. Nova York: Chapman and Hall, 1986.
- OLIVEIRA, C. D. S. Percepção e saber de agricultores familiares na adaptação do sistema de cultivo de corte e trituração. Dissertação – núcleo de estudos integrados sobre agricultura familiar, universidade federal do Pará, Belém. 2002.

3. PLANEJAMENTO PARTICIPATIVO PARA MUDANÇA DO USO DA TERRA COMO ALTERNATIVAS PARA O DERRUBA E QUEIMA NOS MUNICÍPIOS DE IGARAPÉ-AÇU E MARAPANIM, PARÁ.

3.1. INTRODUÇÃO

Há milênios, o homem emprega o fogo com o intuito de limpar o terreno e manejar para o estabelecimento da pecuária e da agricultura. É evidente que o uso do fogo é uma prática comum no meio rural, por ser uma técnica eficiente sob o ponto de vista dos produtores. Os agricultores utilizam a queima por considerá-la um meio prático para diversas finalidades, como limpeza do terreno para eliminar restos culturais; aumento da disponibilidade de nutrientes no solo na forma de cinzas e, conseqüentemente, da sua capacidade produtiva; redução da incidência de pragas, doenças, e de gastos com mão-de-obra para limpeza do terreno; redução dos custos de produção, entre outras (MESQUITA, 2013).

No entanto, segundo Vilela (1998), o uso do sistema Derruba e Queima provoca diversos problemas do ponto de vista produtivo e ecológico, tais como, o desgaste do solo, diminuição da vida microbiana, perdas de nutrientes através das intempéries e da volatilização, suscetibilidade à erosão, entre outros. Ademais, as queimadas são as principais responsáveis pela liberação de partículas de aerossóis para o ar, as quais interagem com a radiação solar afetando tanto o balanço de energia, como o ciclo hidrológico local (NOVAIS et al., 2017).

Conforme Cordeiro e colaboradores (2017), após 200 anos da intensificação dessa prática, a mesorregião Nordeste Paraense sofre com a falta de nutrientes no solo, o qual é naturalmente escasso e, devido ao manejo, ainda perde mais a sua fertilidade e capacidade de retenção de água.

O universo da agricultura familiar no Brasil é extremamente heterogêneo e inclui, desde famílias muito pobres, que detêm, em caráter precário, um pedaço de terra que dificilmente pode servir de base para uma unidade de produção sustentável até famílias com grande dotação de recursos — terra, capacitação, organização, conhecimento etc.

O município de Igarapé-Açu é caracterizado, historicamente, pela agricultura itinerante de derruba e queima. Por meio disso, os ecossistemas que representam o cenário dessa localidade podem ser descritos com áreas alternadas, compostas por capoeiras raras, ocupadas por

pastagens de capim quicuio (*Brachiaria* sp.) invadidas por juquira², além da existência de inúmeras roças de mandioca e pimenteira-do-reino (TRINDADE; SILVA, P.; SILVA, L., 2015). No caso de Marapanim, trata-se de uma cidade agrícola (IBGE, 2013) e com ênfase nas práticas pesqueiras (ALVES; GUTJAHR; SILVA, 2015). Em síntese, de acordo com Oliveira e Maneschy (2014), as comunidades, predominantemente rurais, caracterizam-se por reduzido poder político e econômico, vasta dependência de recursos naturais e de ciclos ambientais.

A partir do trabalho desenvolvido por Barreiros e colaboradores (2017), compreende-se os focos de calor como aqueles gerados por meio da possibilidade de incêndio, tanto de forma antrópica, como natural. Geotecnologias surgem como um importante recurso de subsídio na identificação das queimadas, permitindo a localização, quantificação e a execução de estudos analíticos espaço-temporais das áreas onde ocorrem incêndios (PEREIRA, et al., 2016).

A utilização de séries temporais de dados de satélites e técnicas de geoprocessamento constitui uma valiosa fonte de informação, sendo imprescindível sua utilização para a gestão ambiental e execução de atividades que minimizem os impactos destes fatores no Estado do Pará e para o agricultor. Desta forma, além do uso no território dos municípios, espera-se avaliar o uso e ocupação do solo, caracterizando e revelando alguns pontos fortes e fracos do sistema adotado.

Neste sentido, embora a utilização da categoria “agricultura familiar” seja útil e desejável para fins de política, é preciso assumir as consequências da reconhecida diferenciação dos agricultores familiares, e tratá-los como de fato o são: diferentes entre si, não redutíveis a uma única categoria simplesmente por utilizarem predominantemente o trabalho familiar. Com isso, espera-se contribuir com algumas perguntas relevantes como: um trabalho de educação no campo diminuiria a prática do corte e queima? Como ampliar a efetividade do esforço tecnológico voltado às realidades da agricultura familiar? Este artigo não tem a pretensão de responder em profundidade a essas questões, mas procura levantar um conjunto de elementos que devem ser considerados no debate.

Dessa maneira, objetivou-se por meio desse trabalho, as análises a respeito da influência das queimadas, além da verificação temporal dos focos de calor nos municípios de Igarapé-Açu e

² Vegetação de porte baixo ou mato que nascem predominantemente em áreas abandonadas (campos de plantio e pastos)

Marapanim- PA, bem como, a caracterização de propriedades de agricultores familiares que adotaram a roça sem queima.

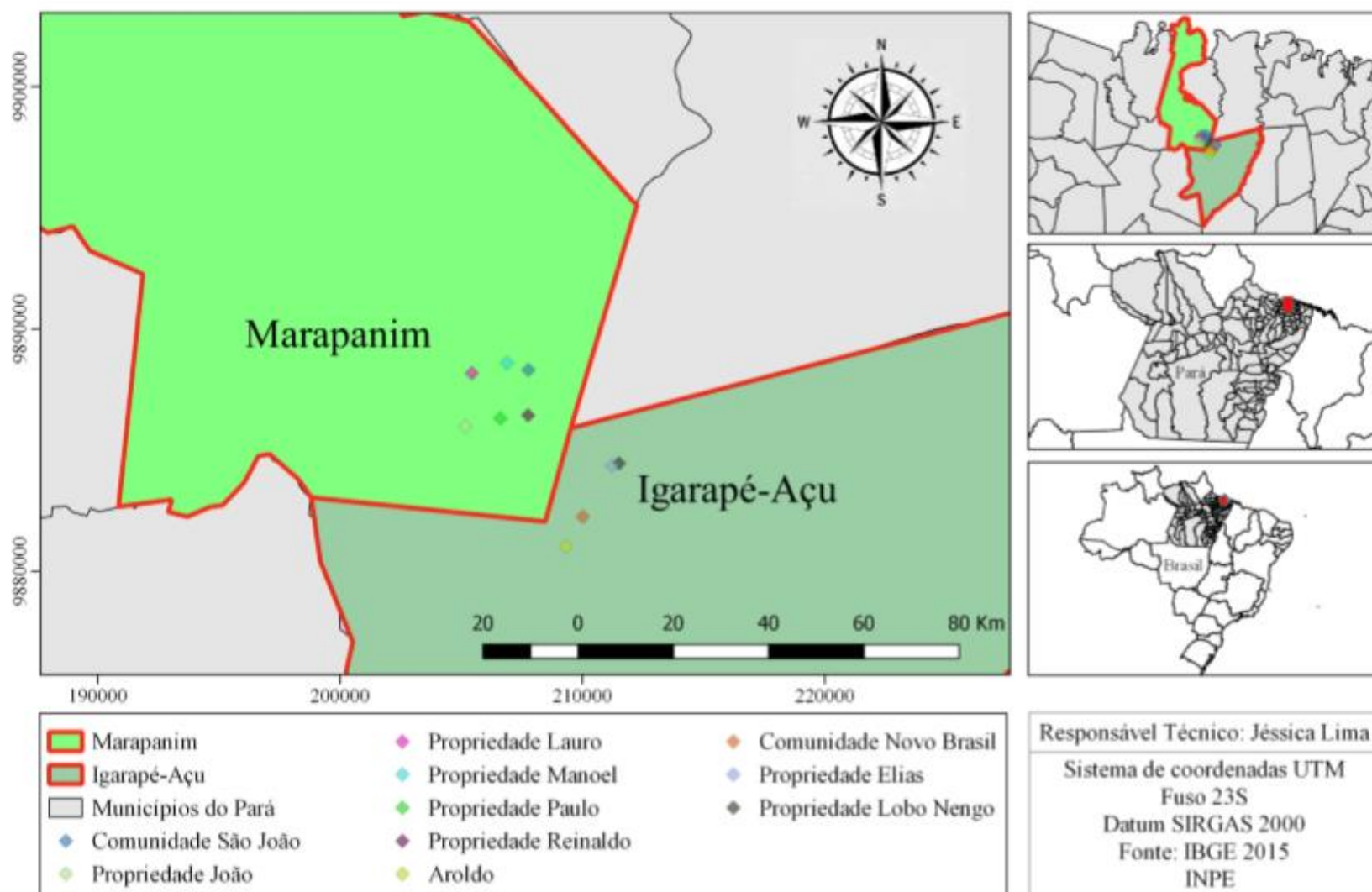
3.2. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1. Área de estudo

Os municípios de Igarapé-Açu e Marapanim estão localizados na região Nordeste do Pará, pertencentes à Zona Bragantina. A Figura 14 sede do município de Igarapé-Açu tem coordenada geográfica de 1°07'33" de latitude sul e 47°37'27" de longitude a oeste de Greenwich. Apresenta população de 38.588 habitantes distribuídos em uma área territorial de 785,983 km², com densidade demográfica de 45,66 habitantes por km². Já o município de Marapanim tem coordenada geográfica de 00° 43' 03" de latitude sul e 47° 41' 59" de longitude a oeste. Possui uma população de 28.220 habitantes distribuídos em uma área territorial de 804,760 Km² com densidade demográfica de 33,42 habitantes por km² (IBGE, 2018).

A Região do Nordeste Paraense, compreendendo os municípios de Igarapé-Açu e Marapanim, de acordo com a classificação de Köppen, tem clima quente e úmido, do tipo "Ami", com temperatura máxima de 32,2 °C e mínima de 21,4 °C e umidade relativa do ar de 80 a 89% . Os meses de maior precipitação vai de fevereiro a abril e menor precipitação de setembro a novembro (CORDEIRO et al., 2010). Na maioria dos meses do ano existe uma pluviosidade significativa, média anual é 2495 mm. Em Marapanim 2808 mm é o valor da pluviosidade média anual. O solo predominante é o Latossolo Amarelo, textura média, de baixa fertilidade, com 2 mg de P kg⁻¹ de solo e pH ácido (5,8) (ARAGÃO et al., 2012).

Figura 14 : Mapa de Localização dos municípios de Igarapé-Açu e Marapanim e Comunidades estudadas.



Fonte: Autor (2019)

Foi aplicado um formulário de caracterização (Apêndice A), por meio de indicadores em agroecossistemas familiares (roteiro estruturado a partir da realidade da região) em anexo, e baseada e adaptada em propostas de avaliação designadas por Altieri e Nicholls (2002), de forma participativa colheu-se as informações a respeito do agroecossistema, assim como da sua unidade de produção e dos aspectos técnicos envolvidos, para apontar o estado de sustentabilidade dos agroecossistemas amostrados. Usou-se como referencial amostral uma área de capoeira grossa para o questionário aplicado.

Foi utilizado tanto a pesquisa de cunho qualitativa quanto a pesquisa de cunho quantitativa. De forma que ao realizar uma pesquisa que tenha natureza qualitativa e quantitativa aproveita-se do que há de melhor em cada uma delas, já que a pesquisa qualitativa se dedica ao entendimento das coisas ao invés de mensurá-las, conferindo riqueza a dados que podem ser obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, e a pesquisa quantitativa é voltada para a mensuração das informações qualitativas preexistentes ou levantadas pela pesquisa qualitativa (PONTE, et al., 2007).

Para análise qualitativa foi utilizada a técnica da análise de conteúdo, que é um método de investigação empírica de análise textual que se utiliza em questões abertas de questionários e de entrevistas, sendo indicada por ser um conjunto de técnicas de análise das comunicações que descreve o conteúdo das mensagens (BARDIN, 2009).

Já, para a análise quantitativa das informações coletadas, houve uma sistematização, utilizando-se a ferramenta Microsoft Office Excel 2007, produzindo-se planilhas eletrônicas para elaboração de cálculos e gráficos dos dados quantitativos levantados.

AQUISIÇÃO DE DADOS PARA GEOTECNOLOGIA APLICADA

3.2.2. Mapas de focos de calor

Em relação ao número de focos de calor, foram utilizadas imagens a partir de dados dos satélites de referência AQUA_M-T, que é o atual satélite de referência do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), cujos dados diários de focos de calor registrados compõe uma série temporal ao longo dos anos, permitindo a análise de tendências no número de focos para mesmas regiões (INPE, 2017). E para os dados climatológicos foi utilizado os dados do site climate-data.org todos disponíveis para acesso.

Segundo o INPE (2011), há alguns fatores que limitam a detecção, como as frentes de fogo com menos de 30 m, fogo apenas no chão de uma floresta densa, sem afetar a copa das árvores, ocorrência de nuvens cobrindo a região, queimada de pequena duração, fogo em uma encosta de montanha. Araújo et al. (2013), destaca que a detecção remota dos focos de calor não indica necessariamente a existência de fogo, apesar de a maioria estar relacionada diretamente a áreas com presença de fogo. Deste modo, os dados geoespaciais de focos de calor foram organizados como pontos de incidência de cada foco, dos anos de 2000, 2005, 2010, 2015 e 2019. Todos no formato shapefile, e importados para ambiente SIG utilizando-se o programa Qgis 2.14 (versão gratuita para estudantes), com Sistema de Referência de Coordenadas definido em SIRGAS2000, posteriormente empregado técnicas de SIG para a criação de uma superfície de densidades, utilizando o estimador de Kernel.

Após a sobreposição dos dados dos focos de calor e limites territoriais, dados matriciais de densidade de focos de calor acumulado para o período de estudo foram gerados por meio do algoritmo estimador de densidade de Kernel. As densidades foram classificadas em 5 classes: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta, seguindo o modelo de legenda aplicado por Fernandes et al. (2019) em seu estudo de monitoramento de focos de calor de 2011 e 2016, para a cidade de Parauapebas-PA, que também adotou o algoritmo de Kernel na metodologia.

Decidiu-se pela utilização do algoritmo estimador de densidade de Kernel por esse ser um indicador de fácil uso e interpretação (Cabral & Souza, 2008). Notou-se que a distribuição espacial dos focos de calor geradas no mapa de Kernel permitia verificar quais as áreas de maior incidência nos meses mais críticos.

O objetivo da análise de Kernel é obter estimativa suavizada da densidade de focos de calor por unidade de área. Essa contagem é ponderada pela distância de cada evento ao ponto de referência dentro de um dado raio, uma propriedade de relevância para a análise da tendência de um processo estocástico espacial (Silva et al., 2009). Para a presente análise definiu-se o raio de influência de 10.000 metros e cada foco corresponde a 1km². Esses valores foram proposto pelo próprio algoritmo de Kernel, que partiu da amostra estudada.

3.2.3. Mapa temático de uso e ocupação do solo

Para a delimitação e cálculo de área das propriedades, foi utilizado o software Qgis 3,4, no qual foi possível fazer a delimitação de usos de acordo as imagens captadas pelo drone. O procedimento se deu através da criação de Shapefiles, onde este foi desenhado conforme o que

foi descrito pelo dono da propriedade, sendo delimitado de forma visual a partir das imagens de drone. Este shapefile além de conter sua forma, também possui informações do tipo de uso para cada delimitação e o cálculo de área, realizado através da calculadora geométrica do software.

Primeiramente foi realizada a delimitação da propriedade geral, sendo descrita pelo próprio proprietário. A delimitação dos tipos de uso foi classificada a partir do tipo de cultura ou atividade exercida na propriedade, sendo posteriormente agrupada, utilizando a ferramenta de análise de dados “mesclar camadas”, onde todas as camadas (Shapefiles) se unificaram podendo definir a partir disto a área de Uso Alternativo para a propriedade.

A área de reserva legal (ARL) é estimada a partir da “diferença” entre as camadas de “propriedades” e as camadas de “área de uso alternativo” (AUA), utilizando a ferramenta de geoprocessamento “diferença”, no qual irá excluir da camada maior (Propriedade) somente a área de menor estipulada (AUA), tendo o resultado a área da propriedade sem a área de uso alternativa do solo denominada de área de reserva legal ou capoeira.

Ao final dos procedimentos, foi gerado mapa de usos para cada propriedade e utilizando a ferramenta excel, foi criado uma tabela com as informações de área total da propriedade, área de reserva legal e área de uso alternativo do solo para cada propriedade analisada.

3.3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Fator relevante foi encontrado por Alves et al. (2018) quando fizeram uma análise do uso e ocupação do solo em Marapanim-pa a partir de dados do projeto terraclass, eles encontraram maior alteração no município de Marapanim em relação ao uso e ocupação do solo na região da água doce – zona rural, entre os anos de 2008 a 2010. Vale lembrar que esta área é a mais populosa do município e onde se concentram o maior número de agricultores itinerantes, sugere-se que esta alteração ocorreu em função da ação destes trabalhadores no local, pois, conforme Fearnside (2006), eles podem constituir forças importantes na condução do desmatamento no local onde estão estabelecidos.

Os sistemas de produção agrícola tradicionais são caracterizados por um modelo praticamente extrativista baseado em atividades e técnicas incoerentes à conservação do solo, resultando em desflorestamento e eventuais impactos como erosão, compactação e exaustão dos nutrientes, consequentemente, afetando a produtividade agrícola à medida que a fertilidade do solo diminui (FEARNSIDE, 2005; PIZZANI et al., 2009). Em estudo, observou-se que em comunidades

rurais do município de Marapanim a maior pressão de uso dos recursos naturais e seus respectivos impactos podem estar associada à agricultura familiar (ALVES, 2016).

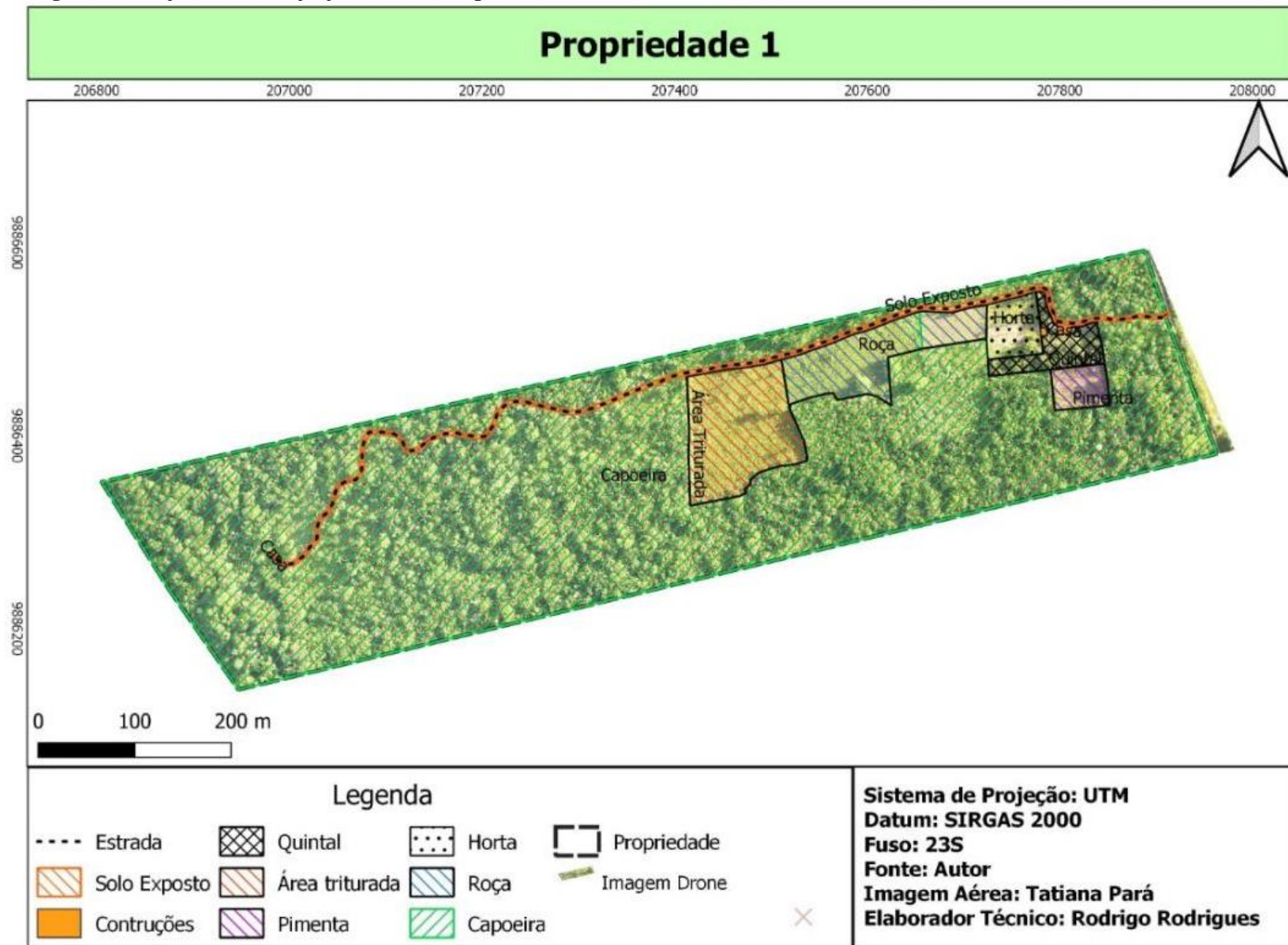
Vale ressaltar, a importância do projeto Tipitamba, que na tentativa de reverter estes cenários, buscaram-se alternativas que contribuam com a diminuição dos desmatamentos com custos sociais, econômicos e ambientais mínimos. Entre as alternativas de soluções existentes para o uso da terra, que contemplem a produção de alimentos, a recuperação das áreas desflorestadas, a preservação ambiental, e a continuidade do produtor na terra, encontra-se o sistema de produção agrícola, conhecido como sistema agroflorestal ou (SAF).

3.3.1. Caracterização da propriedade, uso e ocupação do solo

Sabe-se igualmente, que para a efetivação da sustentabilidade é necessário entender as múltiplas relações ou fluxos entre agricultor familiar e o meio (Visser, 2012; Diaz-Sieffer et al., 2015). É necessário compreender como esses agricultores percebem e se relacionam com o ambiente em que vivem.

Nas propriedades estudadas foi perceptivo o quão bem o sistema agroflorestal proporcionou para os familiares ali envolvidos. Com os dados obtidos no início do projeto, foi possível acompanhar o uso e ocupação do solo, corroborando com informações obtidas e visitas realizadas (Figura 15). A espacialização dos dados referente ao uso e ocupação nas propriedades estudadas, gerou 3 classes a saber: ARL, AUA e AT ambas levam a diversificação com o sistema agroflorestal como uso alternativo ao corte e queima (Figura 15 a 21). As figuras de 15 a 18 pertencem a comunidade de Novo Brasil em Igarapé-Açu e de 18 a 21 são figuras que representam as propriedades da comunidade de São João de Marapanim.

Figura 15 : Mapa temático da propriedade de um agricultor familiar realizado em 2019.



Para as formas de uso e cobertura do solo da propriedade 1, verifica-se que ocorreram alterações significativas na paisagem, principalmente na Área de Reserva Legal. A alteração principal refere-se às áreas de floresta, que no período 2005 e 2019 visualmente representavam um quantitativo abaixo do que hoje representa, um total de 84,85 % de ARL. No qual a mesma apresenta uma AT de 24,98 ha aproximadamente 25 ha. Esse sucesso se dá por meio do tipo de sistema desenvolvido na propriedade.

Um agroecossistema sustentável tem como elementos básicos, a conservação dos recursos naturais, a adaptação do cultivo do meio ambiente e a sustentabilidade de produção, mas para isso, é necessário compreender o papel da cobertura vegetal para o agroecossistema, entender os mecanismos de ciclagem de nutrientes e compreender a necessidade do controle de pragas e doenças através de agentes biológicos (ALTIERI e NICHOLLS, 2000).

Em 2005 a propriedade 1 tinha plantios em monocultivo, capoeira e o quintal agroflorestal próximo a casa com plantio de uma espécie florestal. Após a intervenção do Projeto Raízes da Terra (sub projeto dentro do Tipitamba) demonstrando e capacitando os agricultores sobre praticas agroecológicas, em 2019 se observa que há uma preocupação não somente em diversificar, mas incorporando princípios na legislação Florestal, com uma area de reserva acima de 80%.

Por exemplo, a área com capoeira, antes ele possuía uma area bem menor, atualmente o agricultor possui uma AUA de 3,79%. Vale ressaltar que esse agricultor aderiu um outro tipo de atividade financeira, o mesmo está trabalhando com abelhas, corroborando assim com a expansão da ARL.

Em números quantitativos não foi possível calcular as areas de produção do ano de 2005. Porém, é visualmente significativo a redução dos monocultivos nesta propriedade no ano de 2019. Na propriedade os cultivos existentes são: pimenta, horta, roça. Todos em número reduzidos quando comparados com o ano de 2005.

Para a propriedade 2 (Figura 16), os resultados evidenciaram o uso e ocupação de forma bem equilibrada. No ano de 2005 existiam 6 plantios + area de pousio, os plantios eram goiaba+maracujá, maracujá+limão+laranja, pimenta do reino, abacaxi e uma area de roça. Sendo que em 2005 visualmente pode se dizer que a AUA se manteve próxima a ARL, bem como o ano de 2019. Onde ARL representa 46% e AUA 54%, sendo que a área total desta

propriedade é 14,20 ha. Atualmente, a propriedade possui 13 plantios: uma área pequena de roça triturada, 2 áreas de roça em pousio (arrancador), açaí+cupuaçu+tangerina, maracujá, açaí+pimenta+acerola, açaí, limão, pimental, coco+açaí+laranja+tangerina, açaí+maracujá+caju+banana e uma área que foi triturada e hoje tem alguns pés de tangerina, bem como um quintal agroflorestal rico em diversidade de espécies.

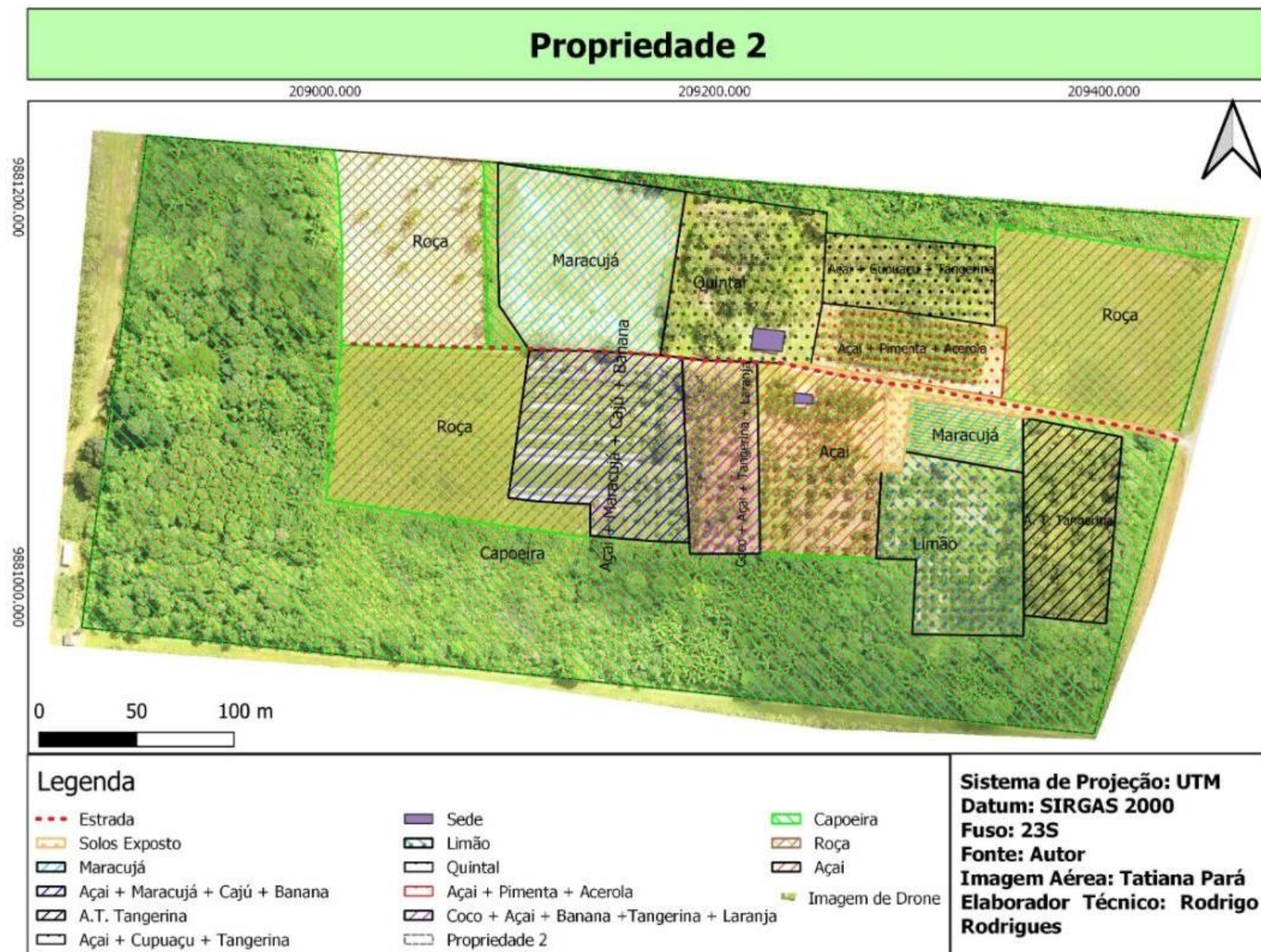
Os sistemas agroflorestais valorizam a diversificação das culturas com a máxima utilização da terra, reduzindo a necessidade de abertura de novas áreas e possibilitam assim obter uma produção em diferentes épocas do ano e com isso maiores rendimentos (ABDO, VALERI e MARTINS, 2008; COUTO, 2013; FERREIRA 2012).

Para Frazão et al. (2005) quando se potencializa o consórcio ao invés de monocultivos, o agricultor tem uma renda durante todo o ano proveniente da diversificação de espécies.

Essa produção diversificada é traduzida em um poder aquisitivo maior do que quando comparados aos agricultores sem SAF's e sem quintais agroflorestais, além de contribuir para maior segurança alimentar familiar, conforme pode ser comprovado pelo aumento do seu autoconsumo (MIRANDA, 2011).

Esta estratégia de diversificação também é comprovada por Altieri e Nicholls (2000), já que o SAF's possibilita ao solo a ciclagem de nutrientes mais eficientes, estimula a atividade biológica dos solos, a conservação da umidade, diminui os riscos de erosão e melhora a estrutura do solo, efeitos também sobre pragas e doenças, pois estimula a presença de inimigos naturais além de possibilitar maiores rendimentos.

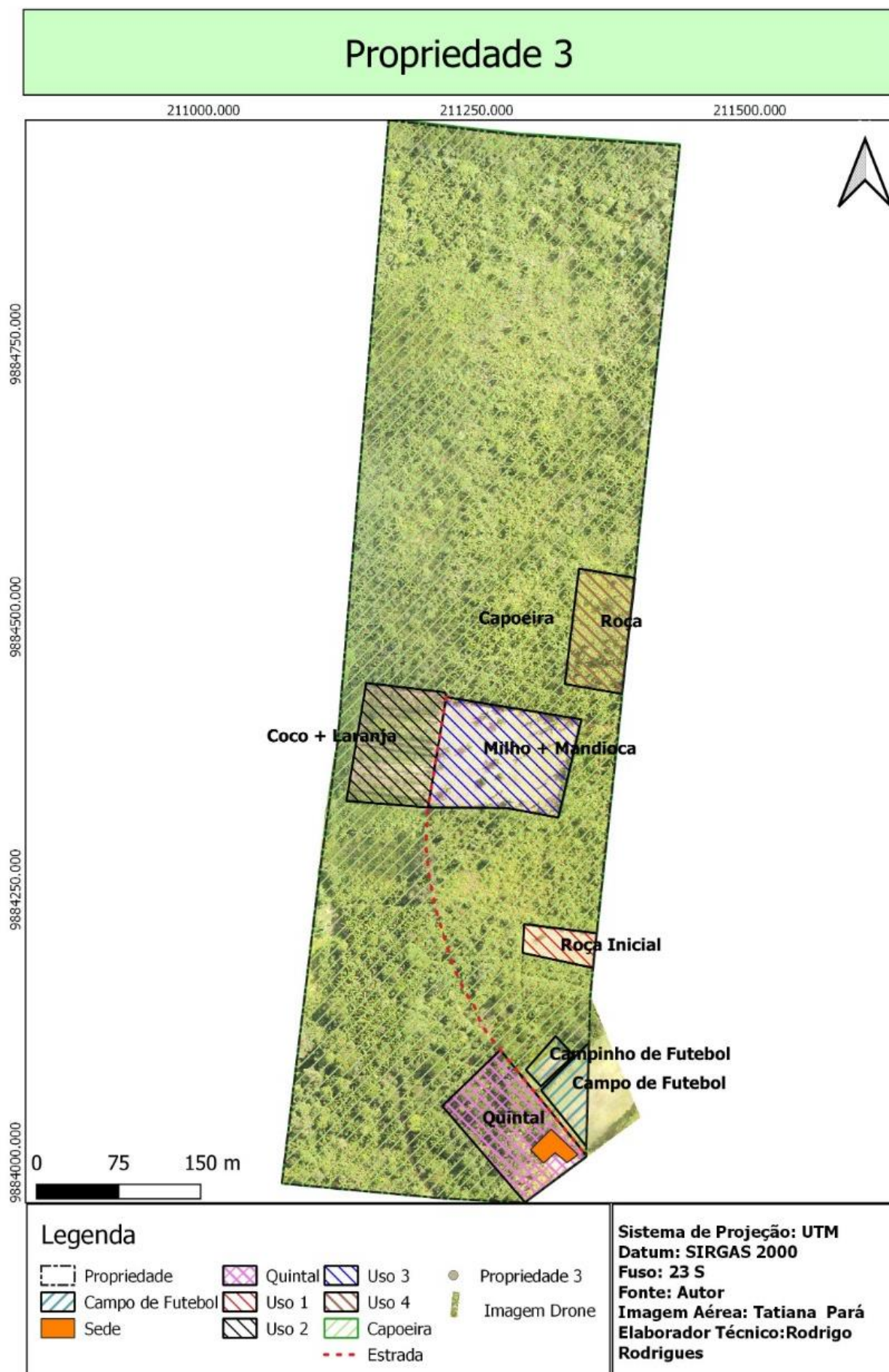
Figura 16 : Mapa temático da propriedade de um agricultor familiar realizado em 2019.



Os resultados para a propriedade 3, mostraram que no ano de 2005 a propriedade possuía 9 tipos de plantios, todos monocultivos, sendo eles: 5 áreas de mandioca, limão, capim, pimenta e maracujá. Atualmente em 2019 a propriedade possui uma área de ARL de 85% e 15% de AUA. Com AT de 25,45 ha. Em relação ao plantio, a propriedade possui 4 tipos: 2 áreas de roça, 1 área de roça em pousio (arrancador), coco+laranja e um quintal agroflorestal rico em diversidade (Figura 17). Esse aumento se dá através da restauração florestal introduzida com o projeto em vigor.

O Pará e o Mato Grosso estão entre as unidades federativas com maiores áreas de RL em extensão absoluta a serem recuperadas (~1,5 e ~6,3 Mha) (SOARES-FILHO et al., 2014) e compõem o grupo de estados sob influência da fronteira agrícola Amazônica – arco do desmatamento (DOMINGUES; BERMANN, 2012).

Figura 17: Mapa temático da propriedade de um agricultor familiar realizado em 2019



A propriedade 4 os resultados mostraram uma redução visualmente significativa em área de roça, pois, no ano de 2005 a propriedade possuía 4 roças sendo 3 só de mandioca e 1 de mandioca e milho. Em 2019 a propriedade possui um SAF's rico em diversidade, contribuindo com a cobertura do solo e restauração florestal. A propriedade possui consórcios como: coco+laranja, pimenta+graviola, bem como monocultivo de tangerina e pimenta do reino. A propriedade possui uma área de ARL de 67 % e 33 % de AUA. Com AT de 9,35 ha. Além de apresentar um quintal agroflorestal com abundância de diversidade (Figura 18).

Propriedade 4

Map of Propriedade 4 showing various agricultural areas and infrastructure. The map includes labels for Capoeira, Coko e Laranja, Estrada, Pimenta, Tangerina Ponkan, Pimenta do Reino, Roça, SAF, Quintal, Sede, and Campo de Futebol. A scale bar indicates 0, 25, and 50 meters. A north arrow is present in the top right corner.

Legenda	
	Roça
	Campo de Futebol
	Coko e Laranja
	Pimenta do Reino
	Pimenta
	Sede
	Tangerina Ponkan
	Quintal
	SAF
	Capoeira
	Estrada
	Imagem Drone
	Propriedade

Sistema de Projeção: UTM
Datum: SIRGAS 2000
Fuso: 23S
Fonte: Autor
Imagem Aérea: Tatiana Pará
Elaborador Técnico: Rodrigo Rodrigues

Existe uma grande importância em se restaurar uma floresta, haja vista que em ambos os Municípios estudados não possuem área de mata. E os benefícios ambientais da reserva legal são inúmeros tanto para a propriedade, quanto para a região em si, como por exemplo: fornecer refúgio para as espécies animais e vegetais em seu habitat natural; proteger mananciais de água e reservatórios estratégicos; proteger solos de processos erosivos e do uso indevido; manter a estrutura do ecossistema; proporcionar espaço para recuperação de áreas e diferentes processos e/ou estágios de perturbação entre outros (SANTOS, 2003).

Além dos benefícios ambientais, a reserva legal perante o manejo florestal sustentável, juntamente do plano de manejo aprovado pelo órgão ambiental competente, poderá gerar benefícios econômicos para o proprietário como o manejo da regeneração para a colheita das espécies de interesse econômico; pastagens enriquecidas com árvores para gerar madeira, sombra, forragem; cercas vivas e quebra-ventos gerando frutos, madeira, proteção; árvores associadas com culturas anuais, com a finalidade de aproveitar as áreas de insolação temporária dentro da floresta e para reduzir os custos de implantação se for o caso; entre outros. Para as pequenas propriedades a adoção do sistema agroflorestal pode contribuir, até mesmo aumentar a produção de frutos, sementes, óleos, fibras, forragem; pomares e quintais agroflorestais como subsistência (RODRIGUES, 2007).

As propriedades a seguir correspondem ao Município de Marapanim. E na sequência temos a propriedade 5, na qual os resultados mostraram uma redução visualmente significativa em área de roça, pois, no ano de 2005, a propriedade possuía 4 roças sendo todas de mandioca. Ainda no mesmo ano a propriedade tinha 10 áreas de capoeira fina (3 a 4 anos de idade) e 10 áreas de capoeira com idade de 7 a 15 anos de idade, 2 áreas de capoeira são mais antigas com idade de 19 e 20 anos. Nesta propriedade é possível observar que existe APP e antes mesmo do início do projeto, o agricultor proprietário já dava atenção. Em 2019, a propriedade possui 4 áreas de roça, sendo 2 em pousio e 2 em uso (plantio de mandioca), o quintal da propriedade é pequeno quando comparado com as propriedades de Novo Brasil. Porém é uma propriedade com boa área de restauração florestal e com quantitativo ARL de 68% e 32 % de AUA. Com AT de 25,27 há (Figura 19).

Propriedade 5

204800 205000 205200 205400 205600

0 75 150 m

Legenda Propriedade 5

Casa	Quintal	Capoeira
Roça	Capoeira Nova	Imagem de Drone
Saf's	Solo Exposto	Propriedade

Sistema de Projeção: UTM
Datum: SIRGAS 2000
Fuso: 23S
Fonte: IBGE, Autor
Imagem Aérea: Tatiana Pará
Elaborador Técnico: Rodrigo Rodrigues.

Vale ressaltar, que a lei ambiental estabelece para as áreas de agricultura familiar. Segundo a lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012 constitui que áreas de reserva legal, área que todo imóvel rural deve manter com cobertura de vegetação, deve ser de 50% não sendo considerada as áreas de preservação permanente, margens de qualquer cursos d'água, na Amazônia Legal. O código florestal anterior estabelecia uma área total de 80% de reserva, mas com o novo código para a região é hoje de 50%.

Para a propriedade 6 (Figura 20), em 2005, o quantitativo para unidade de produção eram de 3 áreas de roças, 1 monocultivo de maracujá, 1 área de capim e o restante era capoeira. Atualmente em 2019, tem-se 1 atividade silvipastoril, 2 áreas para pasto, consórcios de pimenta+açaí e pimenta+maracujá, e 1 área de roça. A propriedade também possui um quintal agroflorestal bem como uma unidade de sistemas agroflorestais. Apresentando uma ARL de 72% e AUA de 22%, em AT possui 40,40 ha.

Essa unidade foi a que apresentou a maior diversidade em AUA, pois encontra-se SAF's, silvipastoril, monocultivo, roça e tanque para peixe. Na figura 21 podemos visualizar uma área de APP e o tanque .

Figura 20: Mapa temático da propriedade de um agricultor familiar realizado em 2019.

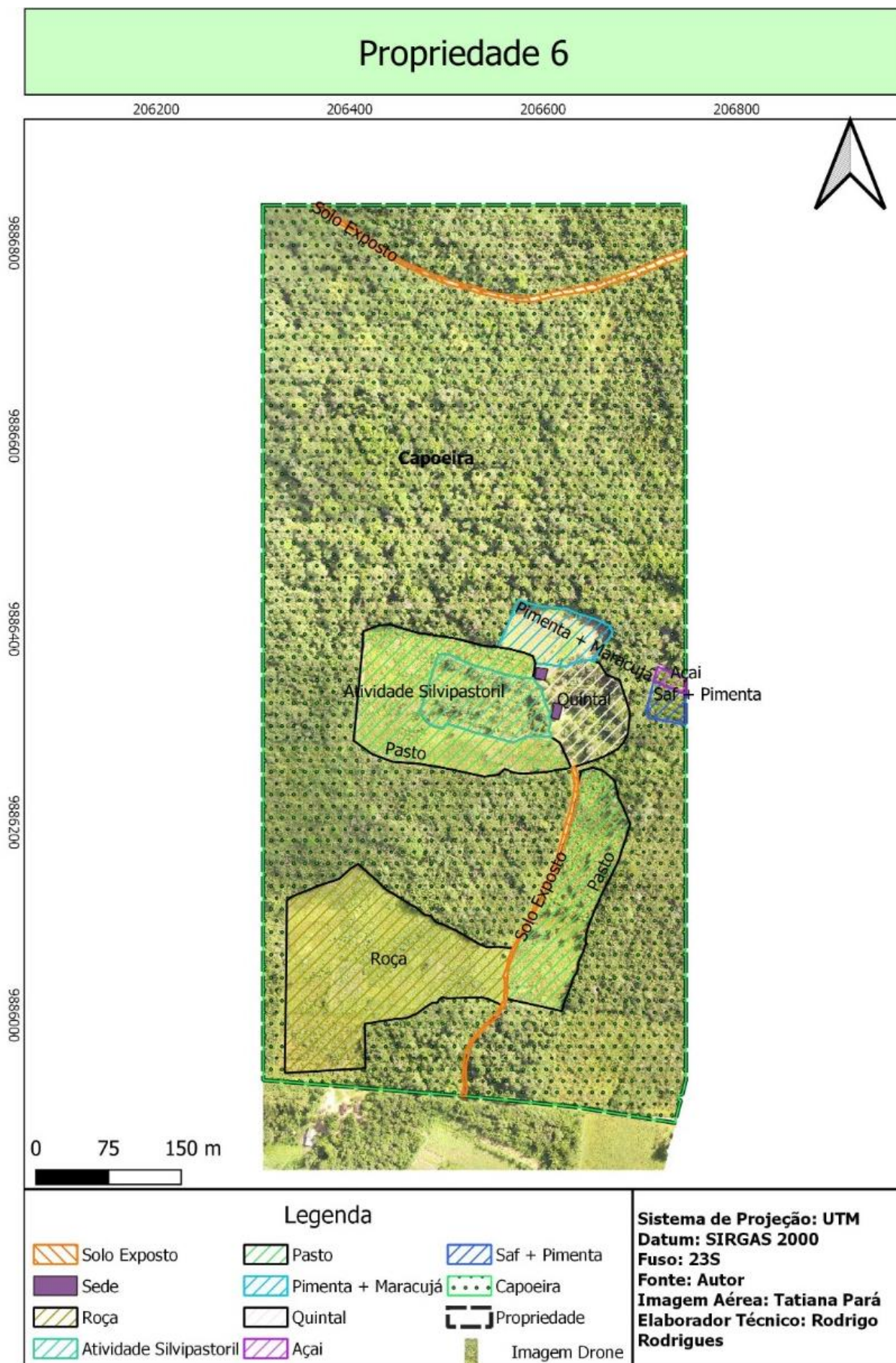


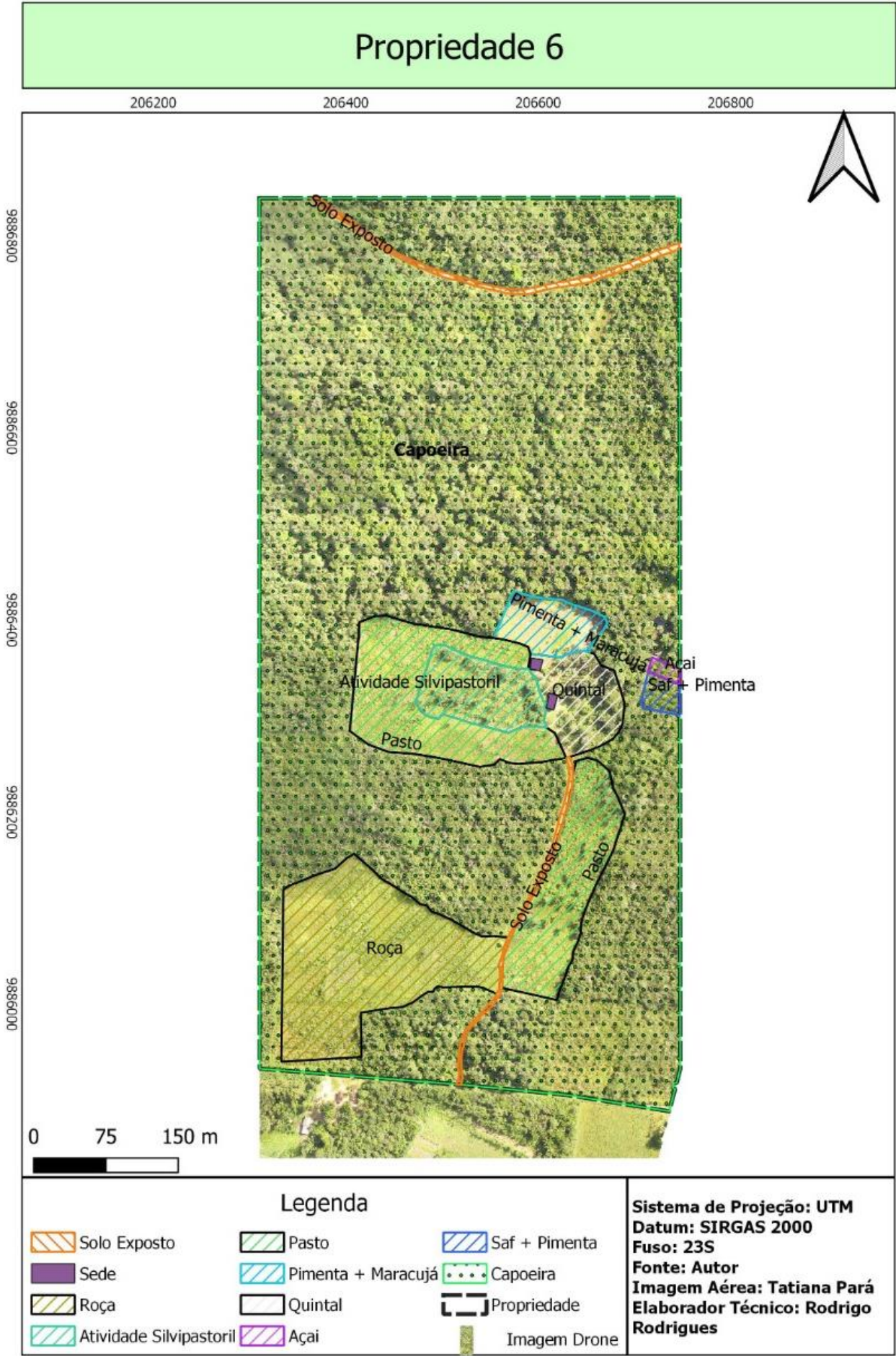
Figura 21: Área de preservação permanente e um tanque de peixe dentro da propriedade 6 no município de Marapanim, PA.



Fonte: Autor (2019)

A Propriedade 7 apresentou resultados equilibradas em relação a ARL e AUA, tanto para o ano de 2005 como para o ano de 2019. Antes (2005) a propriedade possuía monocultivo de maracujá e abacaxi, consórcios de pimenta+maracujá, roça de milho+feijão. Agora em 2019, a propriedade possui consorcio de cupuaçu+açaí, laranja+coco, mogno+cacau. Os monocultivos são: abacaxi, pimenta, tangerina, maracujá, roça de mandioca e área em pousio. Representando ARL 53% e 47% AUA com uma AT de 18,77 ha (Figura 22).

Figura 22: Mapa temático da propriedade de um agricultor familiar realizado em 2019.



O Código Florestal Brasileiro – previsto na Lei Federal nº 12.651/2012 e alterado pela Lei 12.727/2012 – aborda a questão da exigência da reserva legal nos imóveis rurais e entre as previsões legais, elencadas, estão as normas pertinentes à adequação do agricultor familiar para cumprir a exigência em questão (BRASIL, 2012). O agricultor familiar é aquele que desenvolve suas atividades mediante o trabalho pessoal e de sua família, com o objetivo de subsistência (BRASIL, 2006).

O Código Florestal traz a questão da exigência da reserva legal na agricultura familiar em capítulo próprio, no qual é possível analisar que o legislador objetiva alcançar a harmonia de produzir e o respeito e proteção ao ambiente, de forma que haja convívio entre produção de qualidade e sustentabilidade (BRASIL, 2012).

Todos os agricultores parceiros do projeto possuem suas propriedades ambientalmente adequadas, seguindo as exigências das leis ambientais os agricultores familiares atendem com um total de 69% em média de ARL em 2019. Em registro temos um quintal agroflorestal e sua diversidade (Figura 23)

Figura 23: Quintal agroflorestal da propriedade 7 no Município de Marapanim, PA.



Fonte: Autor (2019)

3.3.2. Diversificação nas dimensões de qualidade do solo e saúde do cultivo com bases agroecológicas

Principais espécies cultivadas

Os sistemas agroflorestais valorizam a diversificação das culturas com a máxima utilização da terra, reduzindo a necessidade de abertura de novas áreas e possibilitam assim obter uma produção em diferentes épocas do ano e com isso maiores rendimentos (COUTO, 2013; FERREIRA 2012).

Visando tanto o consumo doméstico quanto a comercialização da produção agroflorestal, nas duas comunidades Novo Brasil e São João, há principalmente o cultivo de espécies (Tabela 1).

Espécies estas que, além de otimizarem as áreas de cultivo e garantirem renda durante todo o ano, cumprem também um papel ambiental importante de recomposição florestal ao serem associadas com essências florestais.

Tabela 1. Espécies presente nos SAF's da comunidades “Novo Brasil” e “São João”.

Nome Vulgar	Nome Científico
Abacate	<i>Persea sp.</i>
Abacaxi	<i>Ananas comosus</i> L.
Açaí	<i>Euterpe oleracea</i>
Acerola	<i>Malpighia sp.</i>
Ajiru	<i>chysobalanus icaco</i> L.
Amora	<i>Morus nigra</i> L.
Andiroba	<i>Carapa Guianensis</i> Aubl.
Bacaba	<i>Oenocarpus bacaba</i> Schultz sch.
Bacabi	<i>Oenocarpus mapora</i> H. Karst.
Bacuri	<i>Moronobea pulchra</i>
Banana	<i>Musa sp.</i>
Biribá	<i>Rollinia Mucosa</i>
Cacau	<i>Theobroma cacao</i> L.
Café	<i>Coffea arabica</i> L.
Caju	<i>Anarcadium occidentale</i> L.
Carambola	<i>Averrhoa carambola</i> L.
Castanha-do-Pará	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.
Castanheira	<i>Bertholletia excelsa</i>
Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.
Coco	<i>Cocos nucifera</i> L.
Cupuaçu	<i>Theobroma grandiflorum</i> Schum.
Faveira	<i>Parkia multijuga</i> Benth
Feijão	<i>caupi Vigna unguiculata</i> (L.) Walp
Gliricidia	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud.)
Goiaba	<i>Psidium guayava</i> L.
Graviola	<i>Annona muricata</i> L.
Inajá	<i>Maximiliana regia</i> Mart.
Ingá	<i>Inga edulis</i> Mart.
Ipê Amarelo	<i>tabebuia alba</i>
Ipê Rosa	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.)
Jaboticaba	<i>Myrcia jaboticaba</i>
Jaca	<i>Artocarpus integrifolia</i> L. F.
Jambo	<i>Syzygium malaccense</i> L.
Jarana	<i>Holopyxidium jarana</i> (Huber) Ducke
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>
Laranja	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osb.
Limão	<i>Citrus limonium</i>
Cont...	

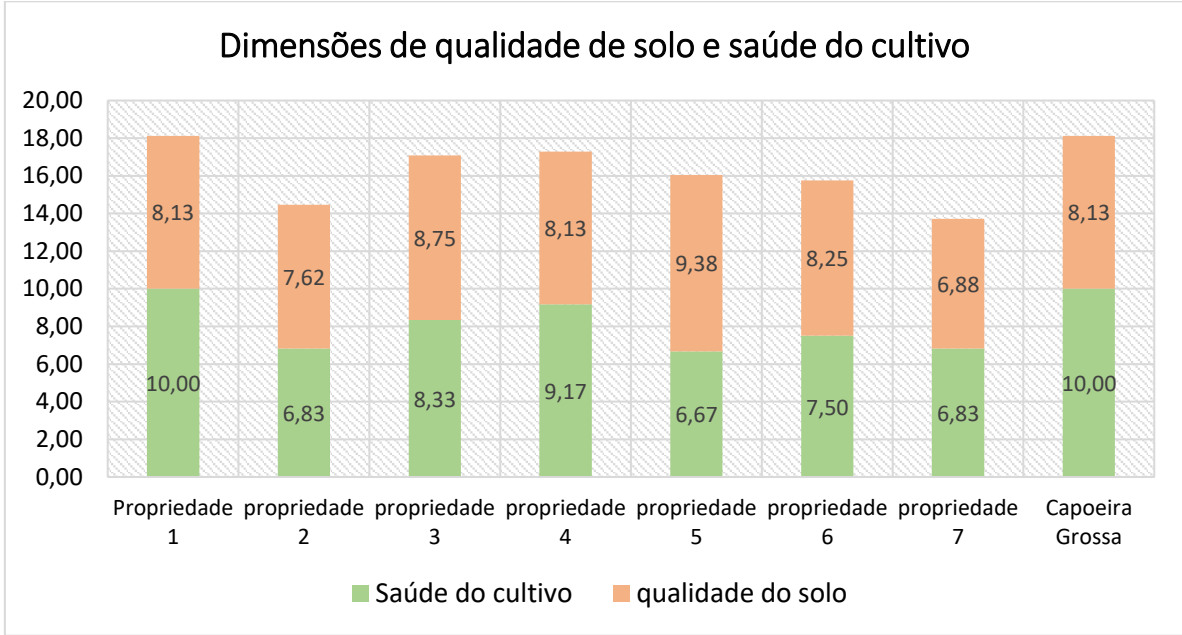
Nome Vulgar	Nome Científico
Mamão	<i>Ca rica papaya</i> L.
Mandioca	<i>Manihot esculenta</i> Crantz
Manga	<i>Mangifera spp.</i>
Mangaba	<i>Hancornia speciosa</i>
Maracujá	<i>Passiflora edulis</i>
Melancia	<i>Citrullus vulgaris</i> Schrad
Milho	<i>Zea mays</i> L
Mogno	<i>Swietenia macrophylla</i> King
Mogno Africano	<i>Khaya ivorensis</i> A. Chev.
Muruci	<i>Byrsonima carssifolia</i> H.B.K.
Nim indiano	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.
Noni	<i>Morinda citrifolia</i>
Paricá	<i>amazonicum</i> (HuberxDucke) Barneby
Pimenta-do-reino	<i>Piper nigrum</i>
Pinho	<i>Annona squamosa</i>
Piquia	<i>Caryocar villosum</i> var. <i>macrophyllum</i>
Pupunha	<i>Bactris gasipaes</i> H.B.K.
Quiabo	<i>Abelmoschus esculentus</i> L.Moench
Sapuca	<i>Lecythis zabucaja</i>
Tamboril	<i>Enterolobium maximum</i> Ducke
Tangerina	<i>Citrus reticulata</i>
Taperebá	<i>Spondias spp.</i>
Tatajuba	<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.
Teca	<i>Tectona grandis</i> L.f.
Urucum	<i>Bixa orellana</i> L

Das principais espécies utilizadas nos SAF's das duas comunidades estudadas, observou-se a predominância de cultivos perenes, cumprindo principalmente, a finalidade alimentícia e de comercialização, além da perspectiva de reflorestamento dos agroecossistemas estudados.

Os SAF's multiestratificados são compostos por diversas espécies, com cultivo em uma mesma área de espécies anuais (cultivos temporários), florestais e frutíferas (espécies semi-perenes e perenes) possibilitando em melhor aproveitamento dos recursos de produção (COSTA et al., 2009).

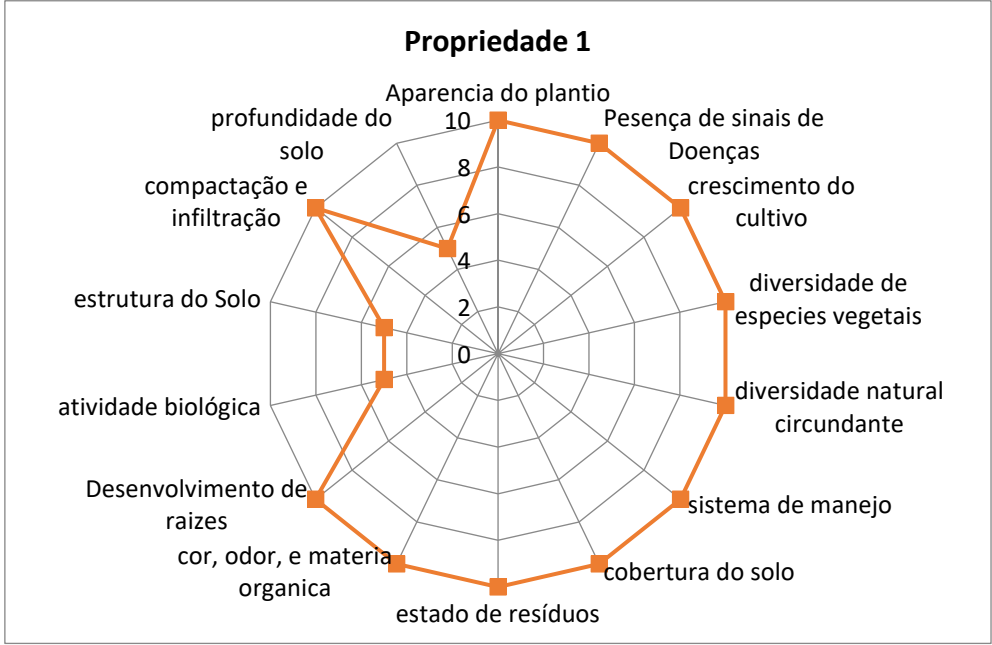
O sistema adotado pelos agricultores, revelou que as propriedades apresentaram alterações quanto as dimensões estudadas (Gráfico 2 e 3), em anexo o questionário aplicado com os indicadores.

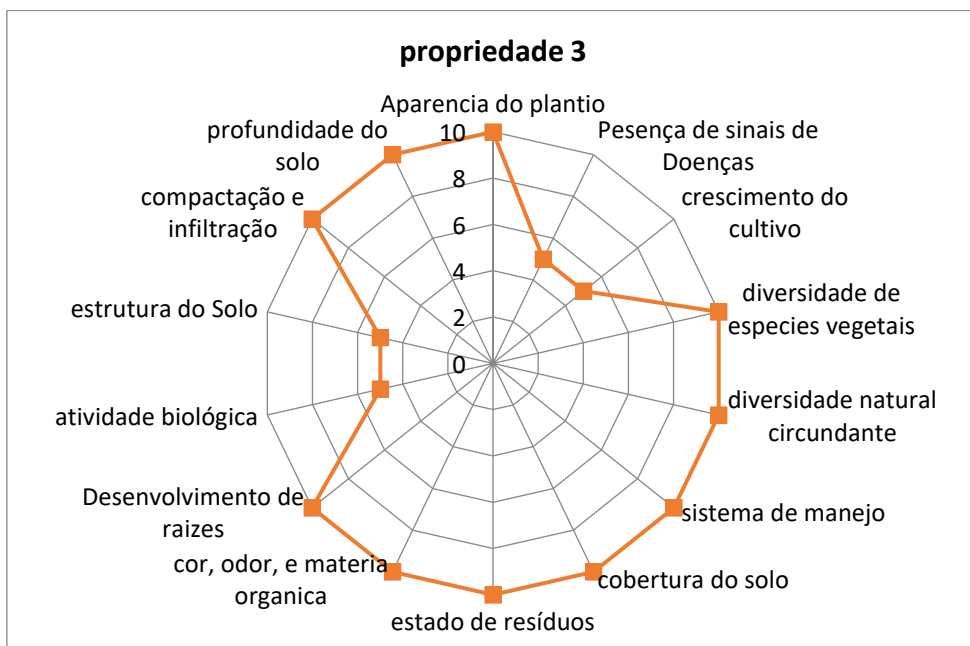
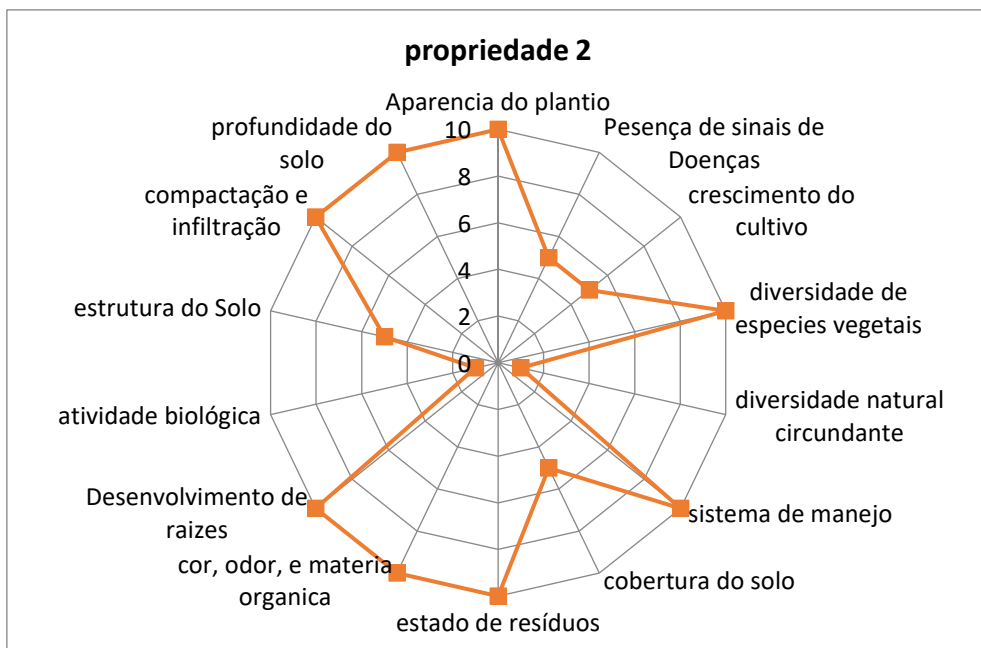
Gráfico 2: Dimensões de qualidade de solo e saúde do cultivo em todas as propriedades.

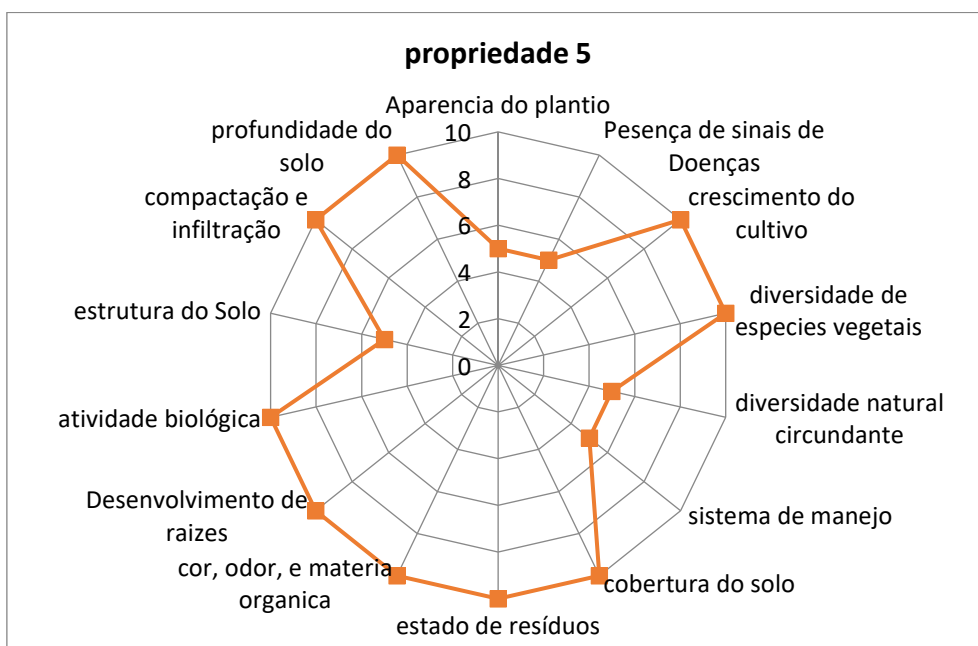
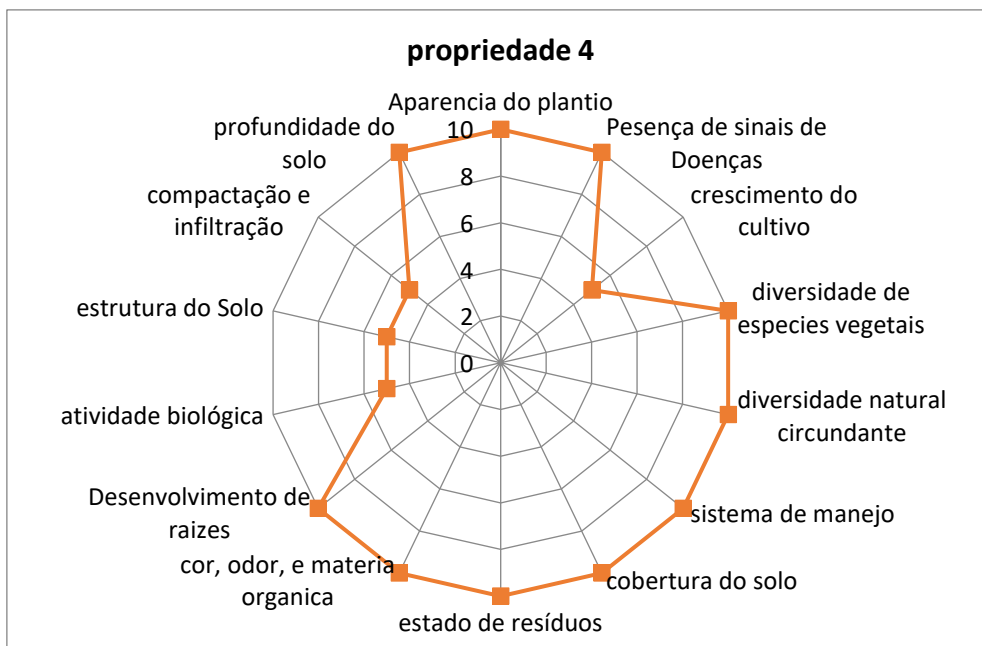


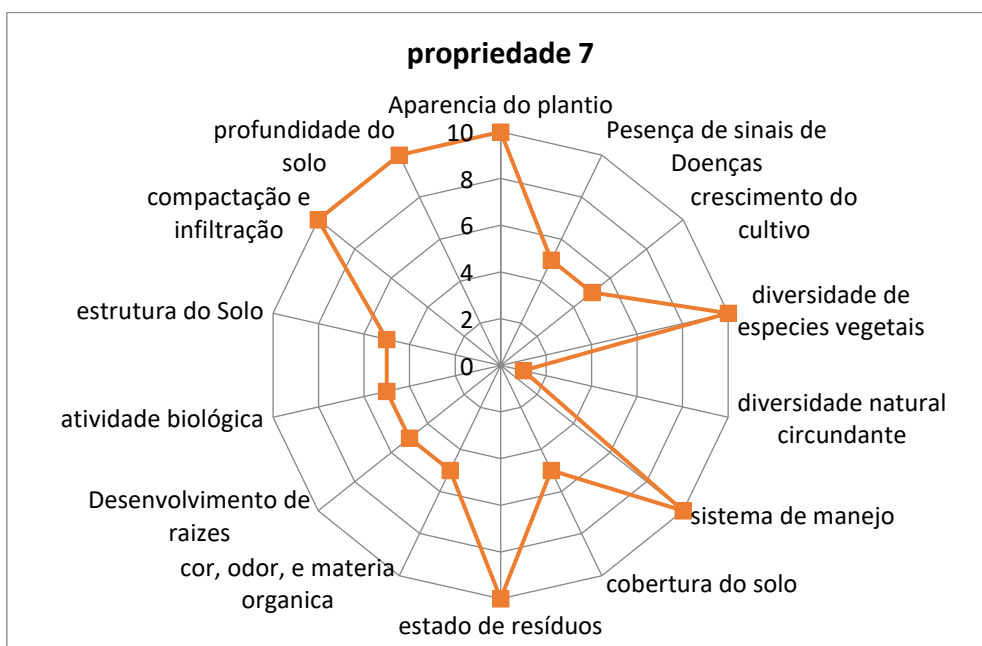
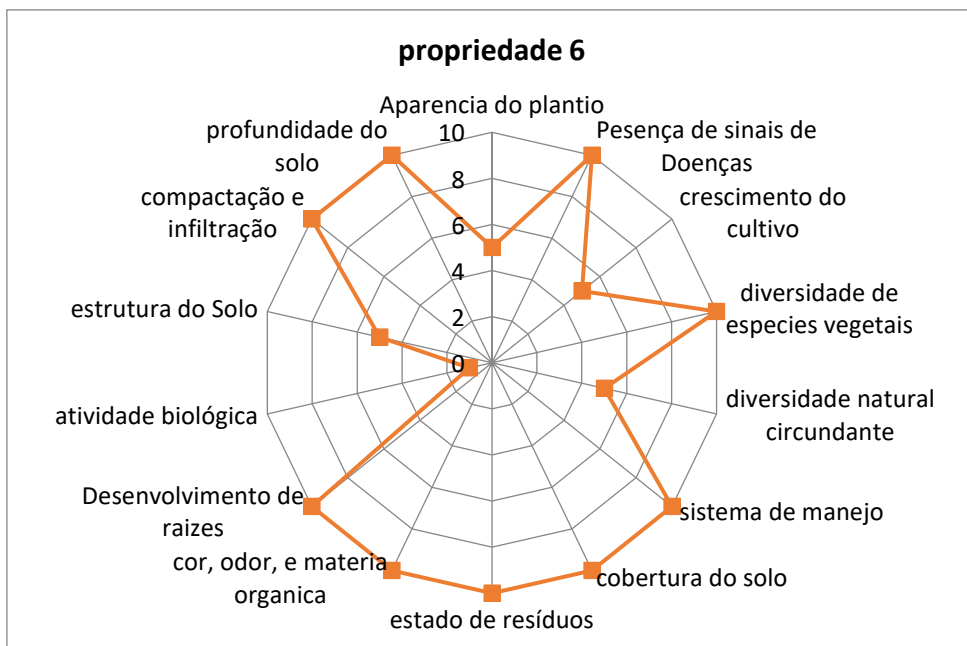
Fonte: Autor (2019)

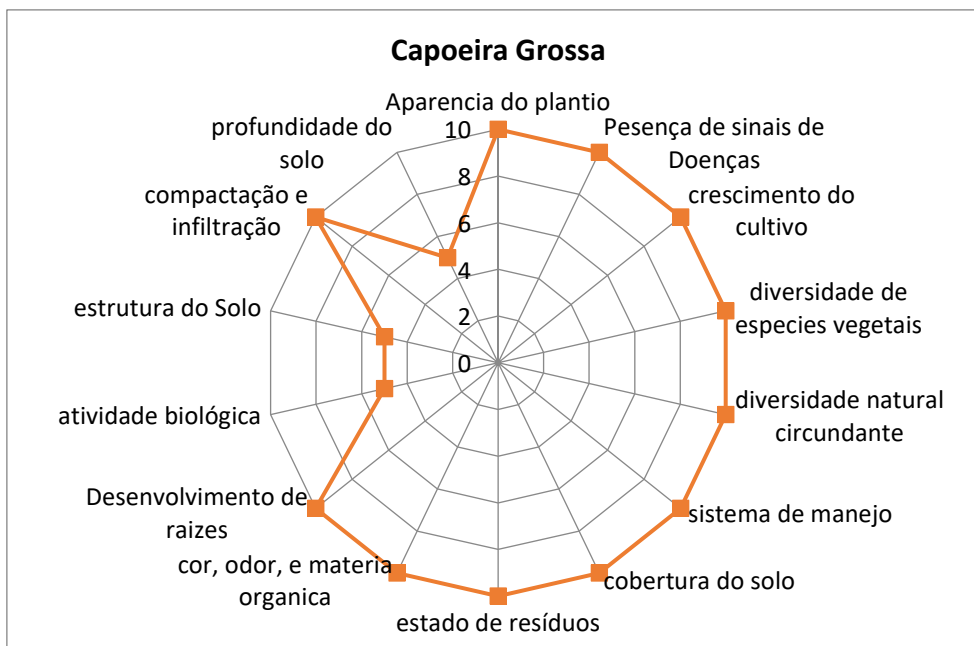
Gráfico 3: Amoeba integrando índices de 14 indicadores na avaliação da sustentabilidade dos agroecossistemas com SAF's das propriedades de 1 a 7.











Fonte: Autor (2019)

Para ambas as propriedades nem todas as dimensões estudadas foram positivas, uma vez que a propriedade 1 apresentou médias de 8,13 para qualidade do solo e média 10 para saúde do cultivo, esse resultado corrobora com mapa temático de caracterização de uso e ocupação da propriedade uma vez que apresentou 85% de área de cobertura florestal. Como mencionado anteriormente na literatura sobre SAF's, quanto maior a cobertura do solo melhor será a qualidade do solo e por conseguinte a saúde do cultivo.

Dados técnico-científicos comprovam o potencial dos SAF's para recuperação, conservação e aumento da fertilidade do solo, pois árvores e outros tipos de vegetação, quando associadas com outros componentes, cultivos agrícolas ou pastagens, exercem influência positiva sobre a base do recurso na qual o sistema depende (RIBASKI et al, 2002). A priori, os SAF's podem representar uma alternativa para o desequilíbrio ambiental já que seu manejo adequado oferece grande quantidade de material orgânico depositado nos solos (CARVALHO, 2011).

Quanto a propriedade 2, as médias das notas foram 7,63 para qualidade do solo e 6,83 para saúde do cultivo. É fundamental quantificar periodicamente a qualidade do solo em sistemas agrícolas, isso permite avaliar o impacto dos sistemas de cultivo sobre a qualidade do solo e consequentemente ajuda na tomada de decisões que possam permitir na melhoria e adoção de práticas agrícolas que sejam sustentáveis (ASKARI ; HOLDEN, 2014).

A propriedade 3 as médias foram de 8,75 para qualidade do solo e 8,33 para saúde do cultivo. Essa propriedade possui uma restauração florestal significativa 85% de ARL, corroborando com o resultado das dimensões, protegendo o cultivo com o objetivo de evitar que as plantações sofram com os estresses climáticos.

Os resultados mostraram que na propriedade 4 as medias foram de 8,13 e 9,17 para qualidade do solo e saúde do cultivo respectivamente, essa unidade possui um SAF rico em diversidade desde do quintal agroflorestal, o que corrobora com os mesmos aspectos citados na propriedade 3. Embora sua propriedade tenha uma rodovia passando dentro, Os sistemas agroflorestais formam um excelente cinturão verde.

Seguindo com os resultados a propriedade 5 obteve médias de 9,38 e 6,67 qualidade do solo e saúde do cultivo respectivamente, essa propriedade sofreu muito com a seca intensa que ocorreu em 2015, perdendo parte do SAF e os que ficaram ainda estão se desenvolvendo. Todavia, a qualidade do solo se mostrou eficaz para produzir.

A propriedade 6 apresentou médias de 8,25 e 7,50 qualidade do solo e saúde do cultivo respectivamente. Uma das propriedades mais diversificadas em relação aos meios de atividades desenvolvidas. Essas médias revelaram uma fragilidade quanto ao cultivo, talvez seja necessário se fazer uma análise mais específica do solo.

A 7 propriedade teve resultados de 6,88 e 6,83 qualidade do solo e saúde do cultivo respectivamente. Esses resultados revelaram outra fragilidade como mencionado acima, essa propriedade está com um plantio homogêneo, porém, não diversificado. Para Araújo et al. (2012), os Indicadores de qualidade do solo são atributos quantitativos ou qualitativos do solo que permitem caracterizar, avaliar e acompanhar as alterações de um processo ou atividade, ocorridas num dado ecossistema.

A área referencial desta pesquisa foi uma capoeira grossa de 20 anos no qual as médias obtidas foram de 8,13 e 10 qualidade do solo e saúde do cultivo respectivamente, corroborando com a propriedade 1. Para a agricultura familiar na Amazônia, a presença da capoeira é de fundamental importância pelas inúmeras funções benéficas que ela proporciona.

3.4. CONCLUSÕES

Em todos os anos analisados, houve prevalência de aumento de focos de calor em período de estiagem, com alta intensidade de focos nos meses de setembro a dezembro. Através do estimador de densidade kernel foi possível a análise do comportamento dos focos de calor, gerando-se informações qualitativas acerca dos municípios de Igarapé-Açu e Marapanim-PA, no período estudado.

Os sistemas agroflorestais mudaram o cenário das propriedades, com restauração florestal foi possível perceber que não houve incidência de focos de calor. As propriedades apresentaram resistência aos focos, mesmos no período de estiagem dos municípios.

As propriedades apresentaram um bom planejamento de suas áreas com uso alternativo do solo, aumentando sua área de reserva legal. Mantendo-se ambientalmente adequada e produtiva.

As áreas com maior diversidade em cobertura vegetal, revelou está mais forte no aspecto ambiental, econômico e social.

Por fim, concluiu-se que a aplicabilidade de ferramentas de geotecnologias torna-se importante para a análise de focos de calor distribuídos em determinadas áreas. Assim, como sua empregabilidade auxilia no planejamento da unidade, deixando o agricultor confiante que está no caminho certo.

REFERENCIAS

- ABDO, M. T. V. N.; VALERI, S. V.; MARTINS, A. L. M. Sistemas agroflorestais e agricultura familiar: uma parceria interessante. *Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária*, v. Dezembro, p. 50-59, 2008.
- ABREU, F.A., SOUZA, J.S.A. Dinâmica Espaço-temporal de Focos de Calor em Duas Terras Indígenas do Estado de Mato Grosso: uma Abordagem Geoespacial sobre a Dinâmica do Uso do Fogo por Xavantes e Bororos. **Floresta e Ambiente**. ISSN 2179-8087 (online), 2015
- ALTIERI, M. Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 5.ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2008, 120 p.
- ALTIERI, M.; NICHOLLS, C. I. Agroecología: teoría y práctica para una agricultura sustentable. Mexico: PNUMA, 2000. 43 p. (Serie textos básicos para la formación ambiental, 1).
- ALVES, R. J. M.; GONÇALVES, W. G.; GONÇALVES, J. P.; NUNES, G. de L.; SILVA, E. R. M.; MAIA, J. S.; ADAMI, M.; NARVAES, I. S. Análise do uso e ocupação do solo em Marapanim-PA a partir de dados do projeto Terraclass. *HOLOS*, Ano 34, Vol. 01, 2018.
- ALVES, R. J. M.; GUTJAHR, A. L. N.; SILVA, J. A. E. S. Caracterização socioeconômica e produtiva da pesca artesanal no município de Marapanim, Pará, Brasil. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, v. 13, p. 1-17, 2015.
- ARAÚJO, E. A. et al. Qualidade do solo: conceitos, indicadores e avaliação. *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias*, Guarapuava-PR, v.5, n.1, p.187-206, 2012.
- ARAUJO, J. B.; OLIVEIRA, L. C.; VASCONCELOS, S.S.; CORREIA, M.F. Danos provocados pelo fogo sobre a vegetação natural em uma floresta primária no estado do Acre, Amazônia Brasileira. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 23, n. 2, p. 297308, 2013.
- ASKARI, M. S.; HOLDEN, N. M. Indices for quantitative evaluation of soil quality under grassland management. *Geoderma*, Amsterdam, v. 230–231, p.131– 142, 2014.
- BARDIN, L. Análise de Conteúdo. Lisboa: Edições 70, 2009, 287 p.
- BARREIROS, D. L. P.; DUARTE, J. F. S.; IGAWA1, T. K.; SILVA, T. M.; ELLERES, F. A. P.; GUSMÃO, L. H. A. Estudo dos focos de calor no município de Parauapebas (PA) no período de 2005 a 2015. **Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR**, Santos - SP, Brasil, 28 a 31 de maio de 2017, INPE.
- BRASIL. Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Brasília, 24 jul. 2006. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11326.htm>. Acesso em: 27 agosto. 2019.
- BRASIL. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965,

e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, 25 maio 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: 27 agosto. 2019.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A.; Análise Multidimensional da Sustentabilidade.

CARVALHO, W.R. de Estoque de carbono e fracionamento físico da matéria orgânica do solo sob cultivo de palma de óleo (*Elaeis guineensis*) em sistemas agroflorestais na Amazônia Oriental, 2011. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, 2011.

CLIMATE - <https://pt.climate-data.org/>. Acesso em: 20 de agosto. 2019.

CORDEIRO, I. M. C. C. et al. **NORDESTE PARAENSE: Panorama geral e uso sustentável das florestas secundárias**. Belém: EDUFRA, 2017, p. 304.

COSTA, et al. Aspecto silviculturais da Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*) em sistemas agroflorestais na Amazônia Central. Acta amazônica. Vol. 39 (4), pg. 843-850, 2009.

COUTO, M. C. 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.

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, 1999.

DENICH, M. Estudo da importância de uma vegetação secundária nova para o incremento da produtividade do sistema de produção na Amazônia Oriental brasileira. Belém: EMBRAPA/CPATU-GTZ, 1991. 284p.

DENICH, M; VLEK, Paul L. G.; SÁ, T. D. de A.; VIELHAUER, K.; LÜCKE, Wolfgang. A concept for the development off fire-free fallow management in the Eastern Amazon, in Brazil. Agriculture Ecosystems & Environment, v. 110, 2005.

DIAZ, M. del. C.V. et al. O preço oculto do fogo: custos econômicos das queimadas e incêndios florestais na Amazônia. Relatório do IPAM/IPEA/WHRC sobre os prejuízos dos incêndios e queimadas florestais. Belém, Setembro de 2002, 43 p. Disponível em: http://queimadas.cptec.inpe.br/~rqueimadas/material3os/Preju_fogo.pdf Acesso em: 03 de fev. 2018.

DOMINGUES, M. S.; BERMANN, C. O arco de desflorestamento na Amazônia: da pecuária à soja. Ambiente & sociedade, v. 15, n. 2, p. 1-22, 2012.

FEARNSIDE, P. M., Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências. Megadiversidade, 1(1), 113-123. 2005

FEARNSIDE, P. M., Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. Acta Amazônica, 36(3), 395-400. 2006.

- FERNANDES, T.; T. HACON, S. DE S.; NOVAIS, J. W. Z.; Gil, R. L.; Medeiros, N. B. C. Dinâmica espaço-temporal de focos de queimadas na área fisiográfica da microrregião de paraupebas-pa, brasil. R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 8, n. 1, p.340-364, jan/mar. 2019.
- 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...Brasília: EMBRAPA/SBSAF, 2009 (CD-ROM).
- FERREIRA, J. H. O., Contribuição da agricultura familiar na construção do conhecimento agroecológico: estudo de caso do Projeto Raízes da Terra. Universidade Federal do Pará, Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Programa de Pós-Graduação em Agriculturas Amazônicas, Belém, 2012.
- HÖLSCHER, D., LUDWIG, B., MÖLLER, M.R.F., FÖLSTER, H.: Dynamic of soil chemical parameters in shifting agriculture in the Eastern Amazon. Agriculture Ecosystems & Environment. V.66, p. 153-163. 1997
- HUGHES, B. L.; SAUNDERS, M. A. A. Drought Climatology for Europe. International Journal of Climatology, v.22, p.1571-1592, 2002.
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2011. Monitoramento de Queimadas em Tempo Quase-Real do INPE. Perguntas frequentes. Disponível em . Acesso em: 20 de agosto. 2019.
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2017. Dados pontuais de focos de calor. Programa de Monitoramento de Focos. Acesso em: 20 de agosto. 2019.
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2019. Acesso livre pelo site http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal-static/estatisticas_estados/. Acesso em: 20 de agosto. 2019.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (2013). **Produção Agrícola Municipal de Marapanim.** Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=150440>. Acesso em: 05 ago. 2019.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS - IBGE. 2006. Censo Agropecuário 2006. Disponível em <http://www.mda.gov.br/sitemda/noticias/o-que-%C3%A9-agricultura-familiar> . Acesso em: 06 de fev. 2018.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Perguntas frequentes [online]. São José dos Campos: INPE; 2011. Disponível em: < <http://sigma.cptec.inpe.br/queimadas/perguntas.html> >. Acesso em: 20 de julho. 2019.
- JOSÉ JÚNIOR, G. M., Importância da diversidade dos sistemas agroflorestais na sustentabilidade de agroecossistemas familiares na Comunidade Santa Luzia, município de Tomé-Açu/Pará. Universidade Federal do Pará, Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Programa de Pós-Graduação em Agriculturas Amazônicas, Belém, 2014.

- KANASHIRO, M.; DENICH, M. Possibilidades de utilização e manejo adequado de áreas alteradas e abandonadas na Amazônia brasileira. Brasília: MCT/CNPq, 1998. 157p. (Série Estudos dos impactos humanos nas florestas e áreas inundadas nos trópicos, 1).
- KATO, O. R. et al. Agricultura sem queima: uma proposta de recuperação de áreas degradadas com sistemas agroflorestais sequenciais. REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 18., 2010, Teresina. Anais...Teresina: EMBRAPA Meio Norte: 2010. 29p.
- MESQUITA, Antônio Gilson Gomes. Impactos das queimadas sobre o ambiente e a biodiversidadeacrea. **Revista Ramal de Ideias**, 2013. Não paginado.
- MIRANDA, Silviane B. Contribuição de quintais agroflorestais para segurança alimentar de agricultores familiares no Baixo Irituia, Nordeste Paraense, 2004. 82f. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Amazônicas e desenvolvimento Sustentável) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2011.
- NOVAIS, J. W. Z. et al. Relação entre profundidade óptica de aerossóis e radiação fotossinteticamente ativa e global no cerrado mato-grossense. **Revista Estudo & Debate**, v. 24, n. 1, p. 153-167, 2017.
- OLIVEIRA, Carlos Douglas de Souza. Percepção de agricultores familiares na adaptação do sistema de cultivo de corte e trituração 2002. 129f. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável). - Universidade Federal do Pará, Belém. Orientadora: Maria do Socorro Andrade Kato.
- OLIVEIRA, M. V.; MANESCHY, M. C. A. Territórios e territorialidades no extrativismo de caranguejos em Pontinha de Bacuriteua, Bragança, Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, v. 9, n. 1, p. 129-143, 2014.
- PEREIRA, J. A. V.; SILVA, J. B. da. Detecção de Focos de Calor no Estado da Paraíba: um estudo sobre as queimadas. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 10, n. 1, p. 5-16, 2016.
- PIZZANI, R., SCHAEFER, P., GOULART, R. Z. & LUDWIG, R. L., Produção de Leite a Pasto: a importância do Pastoreio Rotativo. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 4(2). 2009
- PONTE, V. M. R.. et al. Análise das metodologias e técnicas de pesquisas adotadas nos estudos brasileiros sobre balanced scorecard: um estudo dos artigos publicados no período de 1999 A 2006. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS CONTÁBEIS,1, jun 2007, Gramado. Anais...Gramado, 2007, 17p.
- RIBASKI, J.; MONTOYA, L. J.; RODIGHERI, H. R. Sistemas agroflorestais: aspectos ambientais e socioeconômicos. *Informe Agropecuário*, v. 22, n. 212, p. 61–67, 2001.
- RODRIGUES, L.C.E Uso economico da reserva legal, Esalq/USP, 2007.
- SANTOS, et al. Sistemas Agroflorestais - SAF's: estratégia paraa o desenvolvimento de base local no Município de Tomé Açu, 2011. In: VII Congresso Brasileiro de Agroecologia, Fortaleza/CE, 12 a 16 de dezembro de 2011.

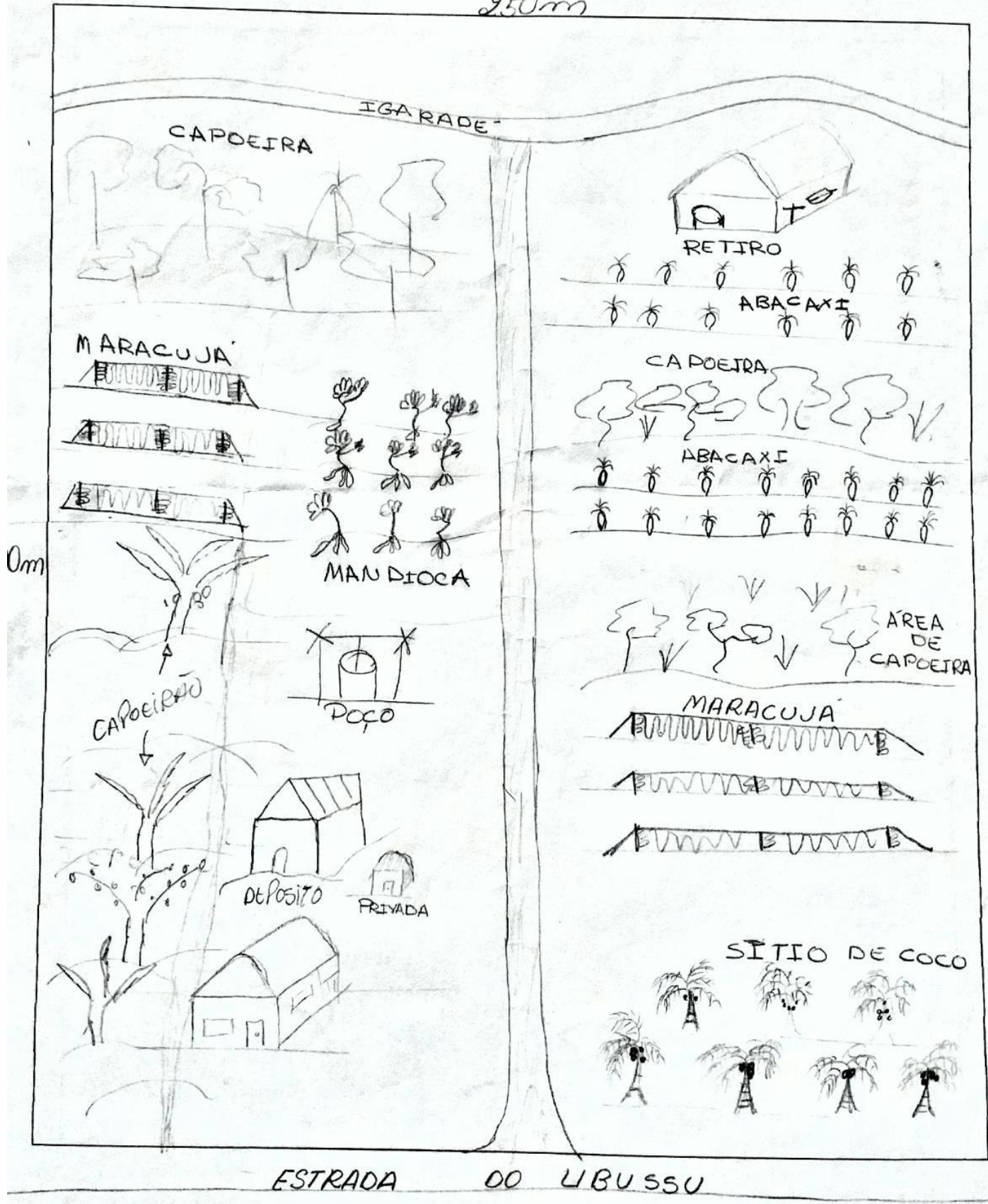
- SANTOS, M. G. dos. Legislação ambiental e política agrária; reserva legal e áreas de preservação permanente no projeto de assentamento do Itabocal-PA/Myrna Gouveia dos Santos.-Belém: Paka-Tatu, 2003. 106p.
- SOARES-FILHO, B. S. et al. Modelagem das Oportunidades Econômicas e Ambientais do Restauro Florestal sob o Novo Código Florestal. Impacto de políticas públicas voltadas à implementação do novo Código Florestal. Relatório de Projeto. Centro de Sensoriamento Remoto, UFMG, Belo Horizonte-MG, 2014.
- TRINDADE, I. A.; SILVA, P. S. da S.; SILVA, L. O. A. Influência do desmatamento da floresta Amazônica em Igarapé-Açu, PA. **Anais...**Belém: Pará, v. 2, 2015, p. 189-194.
- Uma proposta metodológica a partir da Agroecologia. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, Porto Alegre, v. 3, n.3, p. 70-85, jul/set. 2002.
- VIEIRA, T. A.; ROSA, L. S.; VASCONCELOS, P. C. S.; SANTOS, M. M.; MODESTO, R. S. Sistemas agroflorestais em áreas de agricultores familiares em Igarapé-Açu, Pará: caracterização florística, implantação e manejo. *Acta Amazonica*, Belém, v.37 n.4, 2007.
- VILELA, Mário Hamilton. **Análise crítica da agricultura**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1998.

ANEXOS

COMUNIDADE NOVO BRASIL E APARECIDA

Nome: Reinaldo Queiroz da Silva
 ÁREA: 230 x 1000 (1.66)

CROQUI
 250m

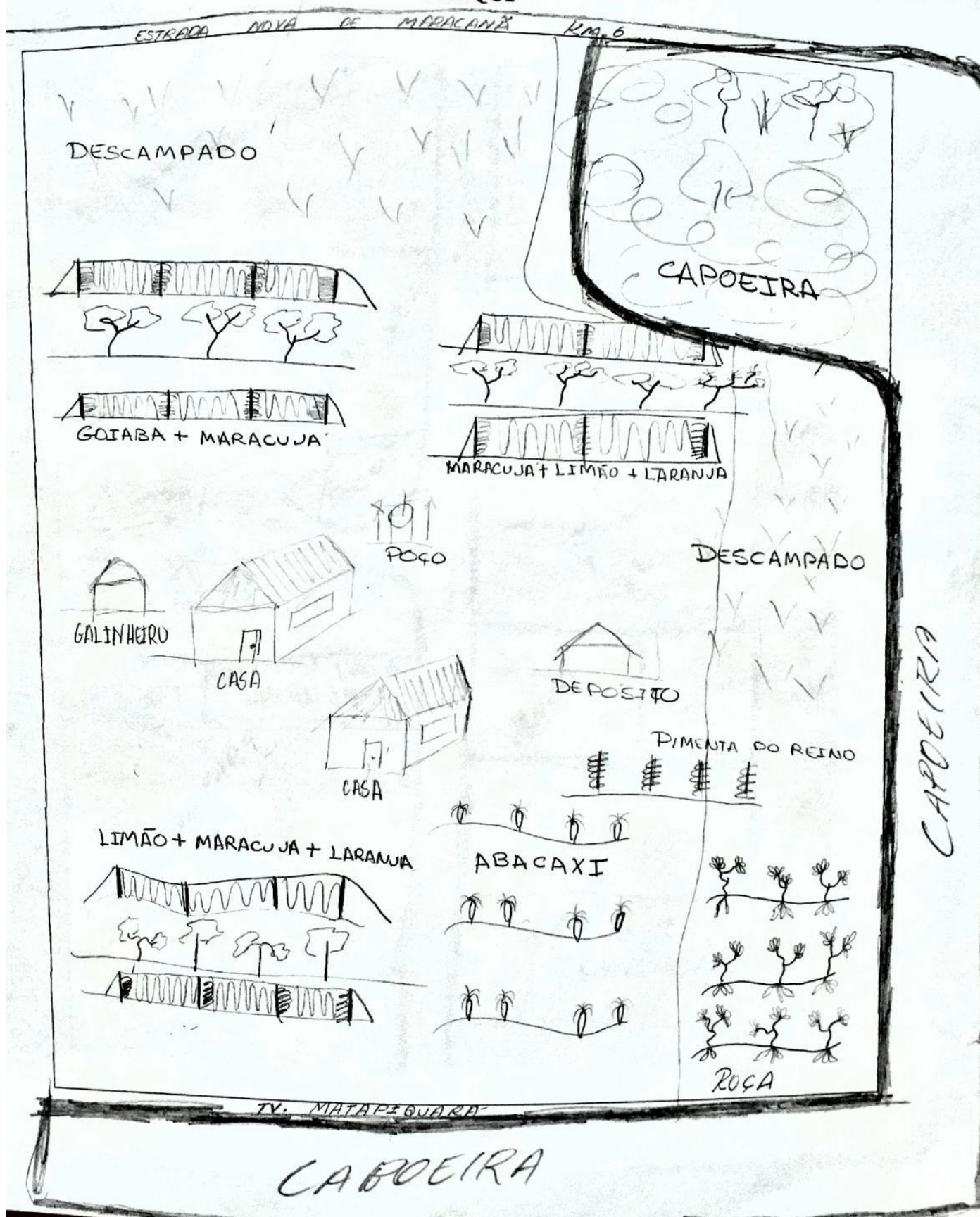


COMUNIDADE NOVO BRASIL E APARECIDA

Nome: Aroldo Cezar Constantino Cordeiro

ÁREA:

CROQUI

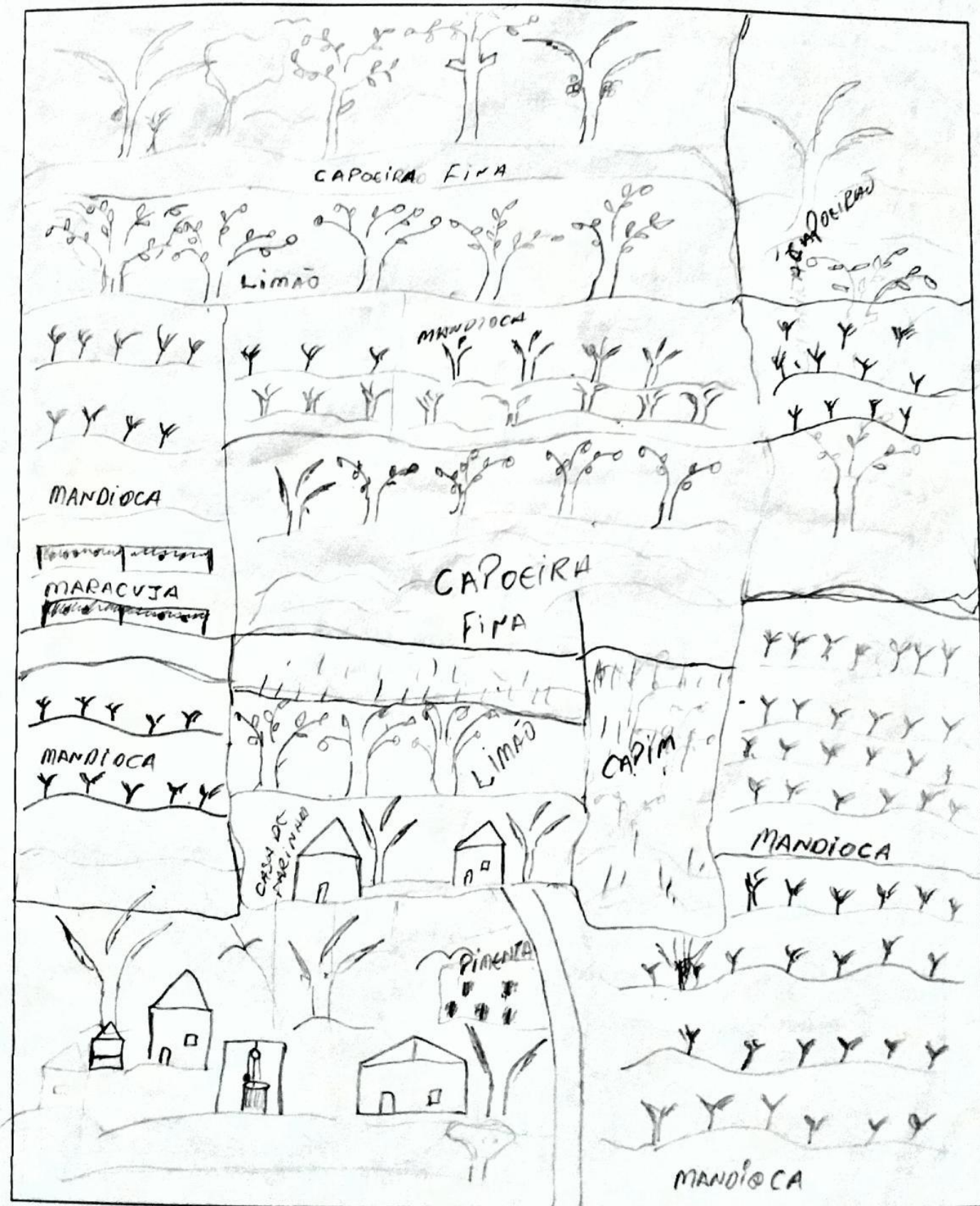


COMUNIDADE NOVO BRASIL E APARECIDA

Nome: Elias Pinto Braga

ÁREA:

CROQUI

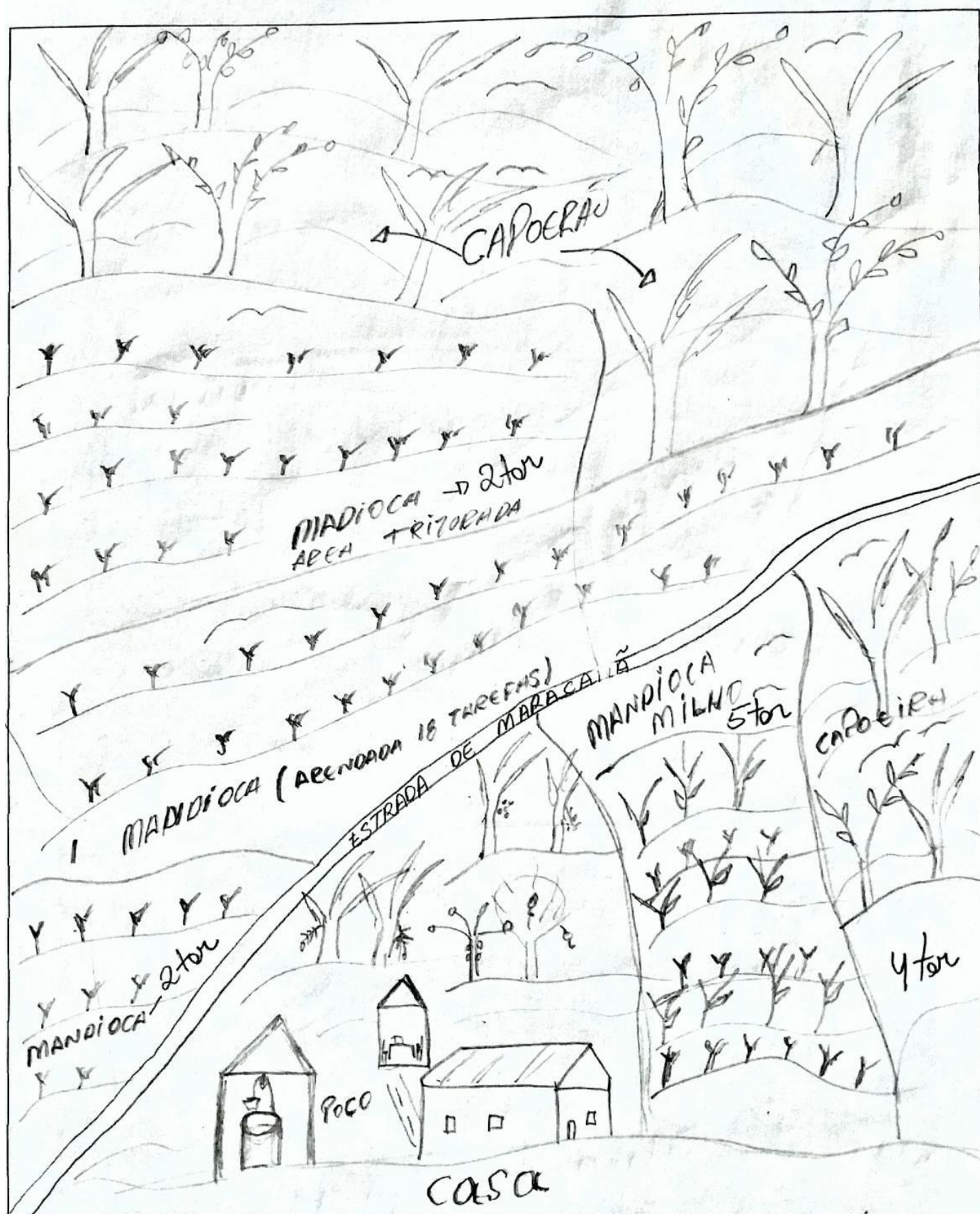


COMUNIDADE NOVO BRASIL E APARECIDA

NOME: Raimundo Monteiro Lobo

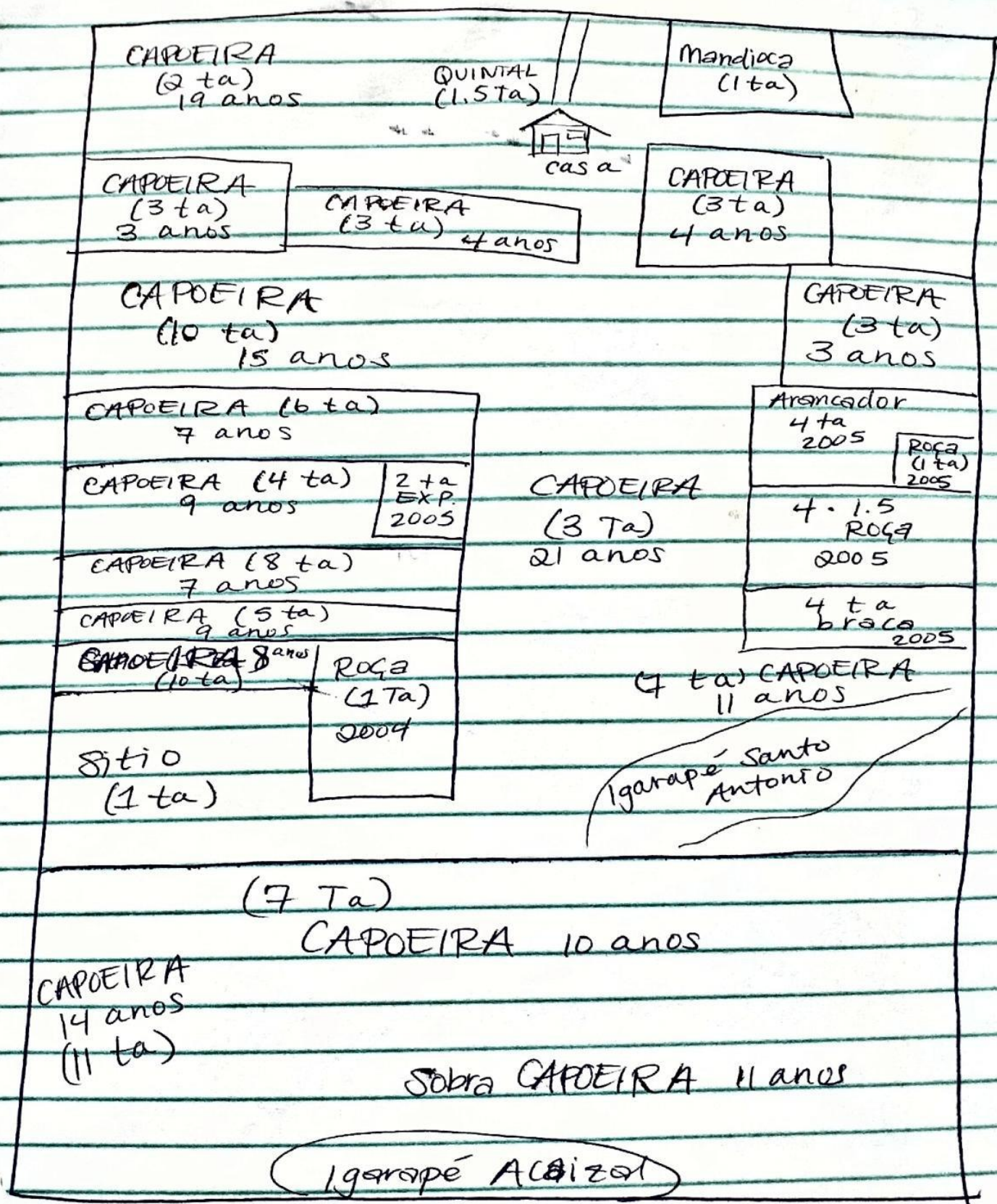
ÁREA:

CROQUI



João Pereira da Silva
Com: São João

Oct.
2005

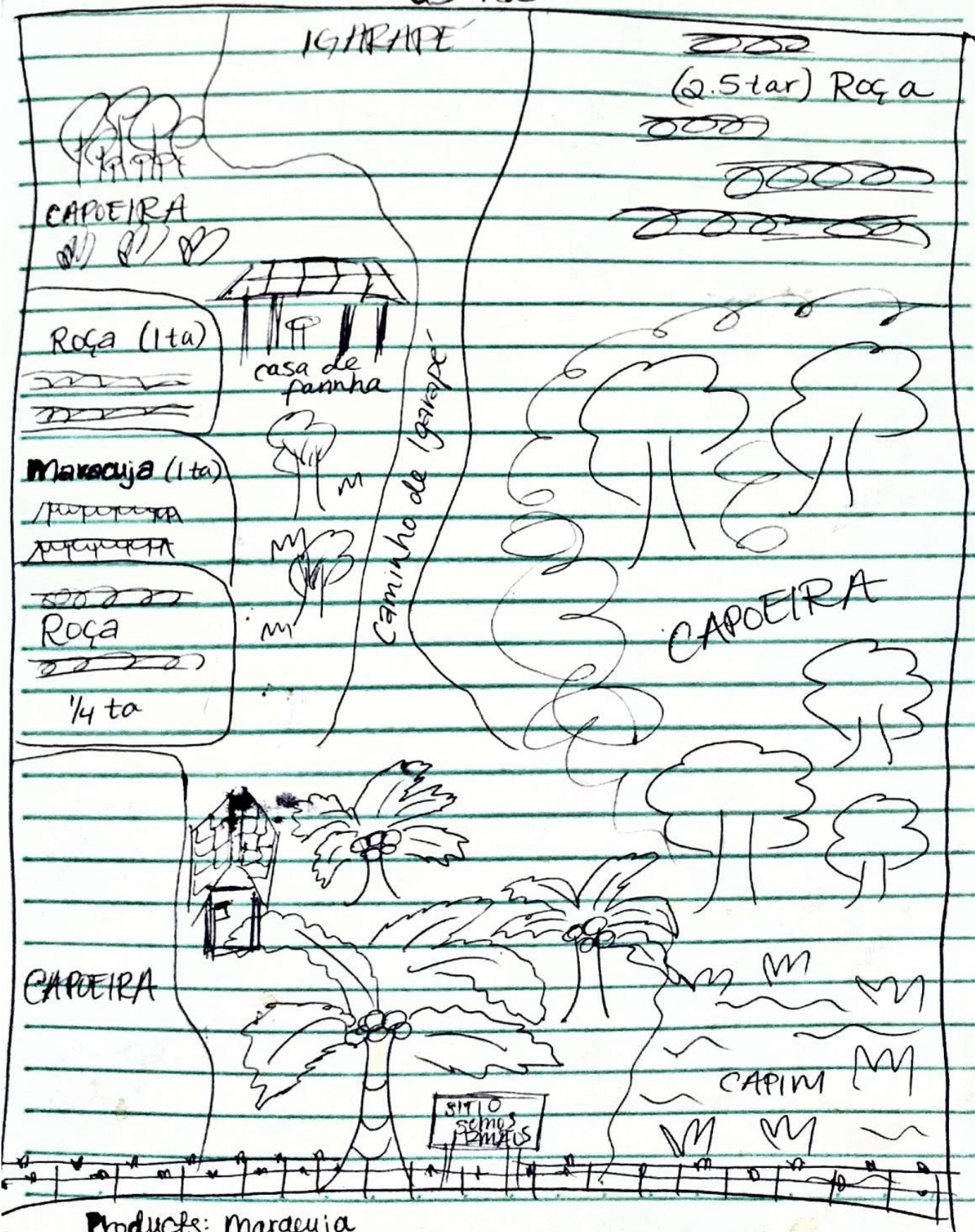


Products: Mandioca

Paulo Monteiro de Souza

Com: São João

25 ha

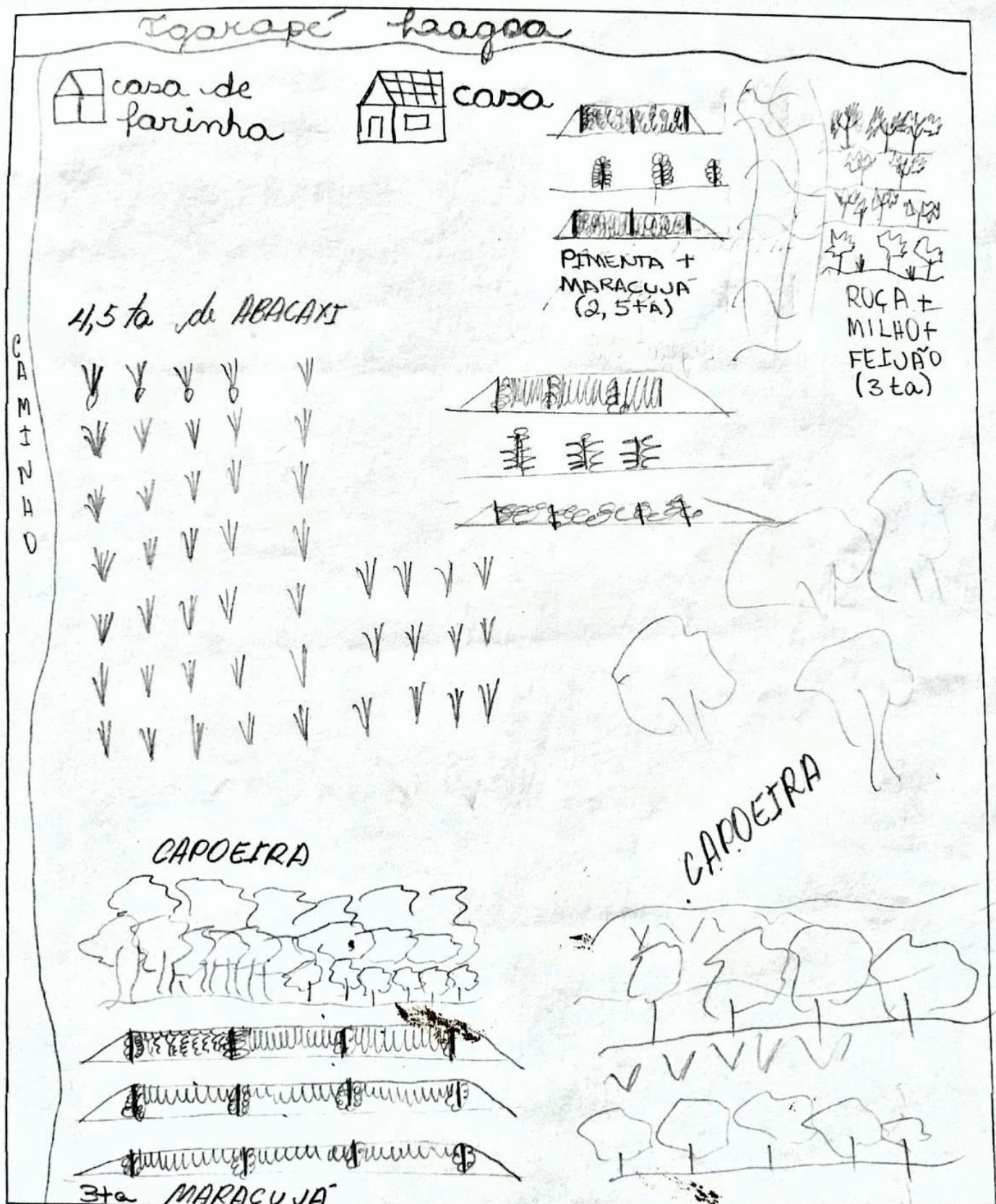


Products: maraeuja

COMUNIDADE SÃO JOÃO

Nome: Manoel da Silva
ÁREA: 17ha

CROQUI



INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE NAS DIMENSÕES DE QUALIDADE DE SOLO E SAÚDE DO CULTIVO. VISANDO ESTIMAR O ESTADO DOS DIVERSOS AGROECOSSISTEMAS DESENVOLVIDOS EM IGARAPÉ AÇÚ E MARPANIM.

METODOLOGIA: Parcela de 5m X.5m (25M²). No meio da parcela será aberto uma trincheira de 40' cm x 40' cm para avaliação da condição do solo e será usada a tabela de indicadores (abaixo) para observar os indicadores de qualidade do solo, saúde do agroecossistema com suas características e valores correspondentes.

Cada valor representa um “estado desejado” dos agroecossistema em relação a um determinado aspecto:

- 1- Menos desejável (**frágil**)
- 2- Médio ou moderado (**regular**)
- 3- Preferido (**estável**)

Ao final do levantamento dos dados dos agroecossistemas, será determinado o valor médio dos itens avaliados que será considerado para a avaliação quanto a sua sustentabilidade.

Propriedade do agricultor: _____

Data de coleta: / /

1-SAÚDE DO CULTIVO

1.1-Aparência do plantio

Valor definido	Característica	Valor em campo
1	Cultivo descolorido com sinais severos de deficiência de nutrientes	
5	Cultivo verde claro com algumas descolorações	
10	Folhagem verde intenso, sem sinais de deficiência	

1.2-Crescimento do cultivo

Valor definido	Característica	Valor em campo
1	Cultivo pouco denso de crescimento pobre. Caules e ramas curtas e quebradiças, quase não há crescimento de folha nova	
5	Cultivo mais denso, porém não muito uniforme com constante crescimento e com ramas e caules de pouca espessura	
5*	Cultivo mais denso, porém manejado	
10	Cultivo denso uniforme, bom crescimento com ramas e caules grossos firmes	

1.3-Diversidade de espécies vegetais

Valor definido	Característica	Valor em campo
1	Monocultivo sem sombra	
5	Com apenas uma espécie de sombra	
10	Com mais de duas espécies de sombra e até mesmo outras culturas	

1.4-Diversidade natural circundante

Valor definido	Característica	Valor em campo
1	Circundado por outros cultivos, campos abertos ou estradas, circundados por outros cultivos, campos baldios ou estradas rurais	
5	Circundado pelo menos de um lado por uma vegetação natural	
10	Circundado pelo menos 50% das suas bordas por vegetação natural	

1.5-Sistema de manejo

Valor definido	Característica	Valor em campo
1	Monocultivo convencional manejado com agroquímicos	
5	Em transição orgânica com substituição de insumos	
10	Natural sem interferência humana	

Valor médio da saúde do cultivo	
----------------------------------------	--

2-QUALIDADE DO SOLO

2.1- Cobertura do solo

Valor definido	Característica	Valor em campo
1	Solo desnudo	
5	Menos de 50% do solo coberto por resíduo ou cobertura viva	
5*	Menos de 50% do solo com cobertura viva, porém foi manejado	
10	Mais de 50% do solo com cobertura viva	

2.2- Estado de resíduos

Valor definido	Característica	Valor em campo
1	Resíduo orgânico presente que não se descompõe ou muito lentamente	
5	Quando persiste resíduo do ano passado em vias de decomposição	
10	Resíduos em vários estados de decomposição, porém resíduos velhos bem decompostos	

2.3- Cor, odor e matéria orgânica

Valor definido	Característica	Valor em campo
1	Solo superficial de cor clara, com odor ruim e pouca presença de matéria orgânica ou húmus	
5	Solo superficial de cor cinza claro, sem odor e pouca matéria orgânica ou húmus	
5*	Solo superficial de cor marrom mais claro a castanho, sem abundância de minhocas	
10	Solo superficial de cor preta ou castanho escuro, com odor de terra fresca, mostra presença abundante de matéria orgânica ou húmus	
10*	Solo superficial de cor cinza a marrom, com odor de raiz	

2.4- Desenvolvimento de raízes

Valor definido	Característica	Valor em campo
1	Raízes ralas e pouco desenvolvidas	
5	Raízes com crescimento limitado se observando poucas raízes finas	
10	Raízes com bom crescimento, profunda, abundante raízes finas	
10*	Raízes espessas	

2.5- Atividade biológica

Valor definido	Característica	Valor em campo
1	Sem sinais de atividade biológica. Não se vê minhocas ou invertebrados (insetos, aranhas, centípedes etc.)	
5	Há algumas minhocas e artrópodes	
10	Muita atividade biológica, abundantes minhocas e artrópodes	

2.6- Estrutura do solo

Valor definido	Característica	Valor em campo
1	Solo arenoso, sem grânulos visíveis	
5	Solo solto com poucos grânulos que se rompem ao aplicar uma pressão suave	
10	Solo com umidade e granular agregados que se mantém firmes, após aplicar suave pressão quando umedecidos	

2.7- Compactação e infiltração

Valor definido	Característica	Valor em campo
1	Compacto quase sem infiltração de água	
5	Presença de uma fina camada compactada, água infiltra lentamente	
10	Solo com agregados visíveis, argiloso, água infiltra rapidamente	
10*	Solo não compactado, água infiltra rapidamente, porém é um pouco argiloso no segundo horizonte	

2.8- Profundidade do solo

Valor definido	Característica	Valor em campo
1	Subsolo quase exposto	
5	Solo superficial com camada fina (menos de 10 cm de espessura)	
10	Solo superficial mais profundo (mais de 10 cm de espessura)	

Valor médio da qualidade do solo	
-----------------------------------------	--

*** Para valores com adaptação a realidade local de cada propriedade estudada**