



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

IAN PAULO MONTEIRO SANTOS

**DIVERSIDADE NO USO E MANEJO DE FOGO POR AGRICULTORES NA
AMAZÔNIA ORIENTAL**

BELEM-PA
2022

IAN PAULO MONTEIRO SANTOS

**DIVERSIDADE NO USO E MANEJO DE FOGO POR AGRICULTORES NA
AMAZÔNIA ORIENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Amazônia Oriental e Museu Paraense Emílio Goeldi, como parte das exigências para a obtenção de grau de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de concentração: Clima e dinâmica socioambiental na Amazônia.

Linha de pesquisa: Ecossistemas amazônicos e dinâmicas socioambientais

Orientador (a): Prof.^a Dr.^a Joice Nunes Ferreira

Coorientador (a): Prof. Dr. Fernando Elias da Silva

BELÉM-PA
2022

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com
ISBDSistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará**

Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S237d Santos, Ian Paulo Monteiro.
Diversidade no uso e manejo de fogo por agricultores na
Amazônia Oriental / Ian Paulo Monteiro Santos. — 2022.
58 f. : il. color.

Orientador(a): Prof^a. Dra. Joice Nunes Ferreira
Coorientador(a): Prof. Dr. Fernando Elias da Silva
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,
Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em
Ciências Ambientais, Belém, 2022.

1. Fogo. 2. Agricultura familiar. 3. Patronal. 4. Manejo.
5. Escape do fogo. I. Título.

CDD 632.1809811

IAN PAULO MONTEIRO SANTOS

**DIVERSIDADE NO USO E MANEJO DE FOGO POR AGRICULTORES NA
AMAZÔNIA ORIENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Amazônia Oriental e Museu Paraense Emílio Goeldi, como parte das exigências para a obtenção de grau de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de concentração: Clima e Dinâmica Socioambiental na Amazônia.

Linha de pesquisa: Ecossistemas Amazônicos e Dinâmicas Socioambientais.

Data de Defesa: 08/06/2022

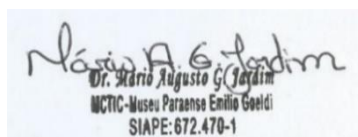
Banca Examinadora:



Prof.^a Dra. Joice Nunes Ferreira – Orientador
Embrapa Amazônia Oriental – PPGCA



Prof. Dr. Divino Vicente Silvério – Membro Externo
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA



Prof. Dr. Mário Augusto Gonçalves Jardim – Membro Interno
Museu Paraense Emílio Goeldi – PPGCA



Prof. Dr. José Henrique Cattanio – Membro Interno
Universidade Federal do Pará – PPGCA

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente, à Deus, que é o provedor de todas as coisas. Toda a honra e louvor seja dada à Ele.

Agradeço, também, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão de bolsas de pesquisa, que me proporcionou a oportunidade de me dedicar exclusivamente à realização desse trabalho.

Agradeço à Universidade Federal do Pará – UFPA por me proporcionar oportunidade e espaço para exercer pesquisa no Brasil. Obrigado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – PPGCA por possibilitar a concretização desse trabalho e oferecer um corpo discente que, certamente, direta ou indiretamente, me proveu conhecimento e caminhos para finalizar essa pesquisa.

Agradeço à minha orientadora Prof. Dr.^a Joice Nunes Ferreira pela parceria na construção deste trabalho. Obrigado pela paciência e pelo compartilhamento de saberes e experiências, que foram imprescindíveis em todo o processo de realização dessa pesquisa. Agradeço também ao meu coorientador Prof. Dr. Fernando Elias pelo compartilhamento e instruções nas análises e por oferecer uma contribuição essencial na construção desse trabalho.

Agradeço à rede de pesquisa RAS – Rede Amazônia Sustentável por me permitir desenvolver um trabalho a partir de seu banco de dados. Agradeço também à cada pesquisador deste grupo por oferecer um olhar crítico fundamental à esta pesquisa.

Agradeço aos membros da banca por avaliarem e oferecem sugestões à esta pesquisa. Certamente, o trabalho se tornou melhor depois da leitura e correção dos senhores.

Aos meus colegas de turma, agradeço por me oferecerem uma rede de apoio que tornou este caminho mais leve e gratificante. Dentre eles, agradeço, em especial à Bárbara e à Ellen, por comporem um grupo acolhedor e conselheiro; à Josinara, por toda a ajuda (essencial) na realização dessa pesquisa; à Natália e à Thayná, por compartilharem as dificuldades de se fazer pesquisa no Brasil e por oferecerem apoio sempre que precisei.

Enfim, agradeço à minha família, que é a minha base em tudo. Obrigado meu pai, Paulo, minha mãe, Alessandra, e minhas irmãs, Iana e Alana, vocês são meu apoio e felicidade.

RESUMO

O uso indiscriminado do fogo vem se tornando um problema global devido ao aumento da incidência e severidade dos incêndios relacionados, principalmente, às mudanças climáticas. A Amazônia brasileira era um bioma livre de fogo, porém tem experimentado incêndios cada vez mais frequentes e intensos. O uso e manejo do fogo é histórico e bastante variável, especialmente na prática da agricultura. Diante disso propõe-se nessa dissertação avaliar o uso e manejo do fogo por diferentes tipos de agricultores (familiares e patronais) em duas regiões distintas na Amazônia Oriental. A coleta de dados foi feita em 2010 pela Rede Amazônia Sustentável (RAS) e em 500 propriedades rurais, distribuídas em 18 microbacias hidrográficas em cada região. Para comparar a diversidade de práticas de uso e manejo do fogo entre os produtores e as regiões, utilizou-se a análise PERMANOVA. Em ambas as regiões, predomina o uso do fogo e os agricultores familiares foram aqueles que tiveram proporção de uso maior em comparação aos patronais. Entretanto, o uso do fogo foi também realizado pelos agricultores maiores de ambas as regiões. As duas finalidades principais para usar o fogo foram preparar a terra antes de implantar agricultura e realizar o manejo de pastagens degradadas. As capoeiras ou florestas secundárias (<20 anos) foram o tipo de vegetação mais usado, embora florestas primárias e capoeiras mais velhas também tenham sido usadas. A maioria dos agricultores construiu aceiros e queimou contra o vento, porém também usou o fogo no período mais quente do dia (entre 12h-15h) e antes das primeiras chuvas na região. No momento da queima, os agricultores de ambas as regiões recebem auxílio humano, que ocorre predominantemente por pessoas da própria propriedade. Esse uso dominante do fogo na Amazônia reflete o padrão observado nas diferentes regiões tropicais, principalmente relacionado à agricultura itinerante. Observou-se, também, uma incompatibilidade entre o manejo realizado pelos agricultores e aquele recomendado por especialistas ou pela lei. A necessidade da adaptação da lei brasileira quanto às práticas de queimadas locais é emergente, já que ela pode tornar essa prática inviável. Espera-se com esse estudo contribuir para a elaboração de normas de uso e manejo do fogo que sejam mais adaptadas às realidades específicas de cada região e de cada produtor.

Palavras-chave: fogo; agricultura familiar; patronal; manejo; escape do fogo.

ABSTRACT

The indiscriminate use of fire has become a global problem due to the increase of the incidence and severity of fires, mainly related to climate change. The Brazilian Amazon was a fire-free biome, but it has experienced more frequent and intense fires. The use and management of fire is historical and quite variable, especially in the practice of agriculture. Therefore, it is proposed in this dissertation to evaluate the use and management of fire by different farmers (smallholders and large farmers) in two different regions in the Eastern Amazon. Data collection was carried out in 2010 by the Sustainable Amazon Network (RAS) and in 500 rural properties in the region, distributed in 18 watersheds in each region. To compare the diversity of fire use and management practices among producers and regions, the PERMANOVA analysis was used. In both regions, the use of fire predominated, and family farmers were those who had greater use. However, the use of fire was also carried out by larger farmers. The two main purposes were to prepare the land before implementing agriculture and to manage degraded pastures. Secondary forests or Capoeiras (<20 years) were the most commonly used vegetation type, although primary forests and older capoeiras were also used. Most farmers built firebreaks and burnt against the wind, but also used fire in the hottest period of the day (between 12h-15h) and before the first rains in the region. At the time of the burning, farmers in both regions received human assistance, which occurs predominantly by people from the property itself. This dominant use of fire in the Amazon reflects the pattern observed in different tropical regions, mainly related to shifting agriculture. There was also an incompatibility between the management carried out by the farmers and that recommended by specialists or by the law. The need to adapt Brazilian law regarding local burning practices is emerging, as it can make this practice unfeasible. This study is expected to contribute to the development of norms for the use and management of fire that are better adapted to the specific realities of each region and each producer.

Key words: fire; family farming; farmers; management; fire escape.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Uso do fogo por agricultores na Amazônia Oriental representado pelas quantidades totais e pelas médias das proporções para cada tipo de produtor (Ag. Familiar e Patronal) em cada microbacia, considerando as duas regiões juntas - Global (A) - e separando-se as regiões de Santarém (B) e Paragominas (C).....	26
Tabela 2 – Médias das proporções em cada microbacia dos tipos de agricultores acerca da percepção dos agricultores sobre a utilização do fogo pela vizinhança.....	27
Tabela 3 – Médias das proporções em cada microbacia de cada tipo de agricultor com relação a finalidade do uso do fogo.....	27
Tabela 4 – Médias das proporções em cada microbacia para cada tipo de agricultor com relação ao tipo de vegetação queimada no preparo da terra entre os anos 2000 (ou antes), 2005 e 2009.....	28
Tabela 5 – Número de agricultores que receberam auxílio humano na hora da queima, discriminados entre agricultores familiares e patronais e entre os tipos de ajuda nas regiões de Santarém e Paragominas, estado do Pará.....	32
Tabela 6 – Médias das proporções entre microbacias para tipo de produtor acerca do escape do fogo de 2005 em diante durante o preparo da terra e limpeza de pasto.....	33
Tabela 7 – Participação dos produtores familiares e patronais em acordos comunitários nas regiões de Santarém e Paragominas, estado do Pará.....	33
Tabela 8 – Médias das proporções entre microbacias para cada tipo de produtor em relação ao treinamento sobre manejo e combate do fogo recebido pelos agricultores.....	34
Tabela 9 – Médias das proporções entre microbacias acerca da comunicação com o vizinho sobre a queima da área.....	35
Tabela 10 – Média das proporções entre microbacias acerca da comunicação com algum órgão público sobre a queima.....	35

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO GERAL	10
1.1 A Complexidade envolvendo o uso do fogo na amazônia	10
1.2 Justificativa e interdisciplinaridade da pesquisa.....	14
1.3 Objetivos.....	15
1.3.1 Objetivo Geral	15
1.3.2 Objetivos Específicos	15
1.4 Estrutura da Dissertação	15
 CAPÍTULO 2 DIVERSIDADE NO USO E MANEJO DO FOGO POR	
AGRICULTORES NA AMAZÔNIA ORIENTAL	16
2.1 Introdução	17
2.2 Material e Métodos.....	21
2.2.1 Área de estudo.....	21
2.2.2 Coleta de dados	22
2.2.3 Análises de dados	24
2.3. Resultados	25
2.3.1 O uso do fogo pelos agricultores.....	25
2.3.2 Finalidade no uso do fogo ao longo do tempo	27
2.3.3 Tipo de vegetação queimada no preparo da terra.....	28
2.3.4 Manejo do fogo praticado pelos agricultores	29
2.3.5 Escape do fogo	32
2.3.6 Conscientização dos agricultores associada ao uso e manejo do fogo.....	33
2.4 Discussão	36
2.4.1 Uso do fogo pelos agricultores familiares e patronais	36
2.4.2 Manejo do fogo pelos agricultores e ações de conscientização	38
2.5 Conclusão	43

CAPÍTULO 3 CONCLUSÃO GERAL	45
3.1 Resultados-Chave, Implicações E Prioridades Em Pesquisas Futuras	45
3.2 Considerações Finais	47
REFERÊNCIAS	49
APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO	56

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO GERAL

1. 1 A Complexidade Envolvendo O Uso Do Fogo Na Amazônia

O fogo é amplamente utilizado como instrumento de manejo da terra e na transformação de paisagens desde o início da humanidade (PYNE, 2001). Porém, nas últimas décadas, o seu uso indiscriminado vem se tornando um problema global devido ao aumento da incidência e da severidade dos incêndios relacionados, principalmente, com as mudanças climáticas (BARLOW et al., 2012; HARDESTY; MYERS; FULKS, 2005). A Amazônia brasileira é, naturalmente, um bioma livre de fogo (BUSH et al., 2007), contudo, ao longo de sua história evolutiva, este ecossistema tem experimentado incêndios cada vez mais frequentes e intensos (ALENCAR et al., 2016).

As florestas tropicais são áreas onde têm ocorrido intensas mudanças de uso da terra e, geralmente, essas mudanças estão associadas aos desmatamentos e ao manejo do fogo, o qual eventualmente pode escapar e criar incêndios incontroláveis (ARAGÃO; SHIMABUKURO, 2010). A incidência desses incêndios cresceu 36% durante a seca de 2015 em comparação com os doze anos anteriores (ARAGÃO et al., 2018).

A ocorrência dessas queimadas compromete a permanência do carbono florestal, já que afeta o balanço de carbono entre a atmosfera e a floresta e transforma as florestas tropicais úmidas, como a Amazônia, em grandes fontes de CO₂ (BERENGUER et al., 2014; SOARES-FILHO et al., 2012). As queimadas, durante o *El-Niño* de 2015-2016, aumentaram em até 30 toneladas as emissões de CO₂ em uma única região da Amazônia, o Tapajós (1 milhão ha), resultando em emissões de mais de 32,5 mil ton/ha (WITHEY et al., 2018). Além disso, elas causam grandes alterações na estrutura e diversidade florestal de forma imediata e a longo prazo (SILVA et al., 2018). As mudanças causadas pelos incêndios degradam essas florestas, reduzindo a sua capacidade de sumidouro de carbono (BRANDO et al., 2020).

Além dos efeitos das queimadas no clima e na biodiversidade, esses eventos podem prejudicar a qualidade de vida das populações, uma vez que as consequências do fogo aumentam hospitalizações causadas por doenças respiratórias devido a maior emissão de material particulado para atmosfera (MACHADO-SILVA et al., 2020; CONCEIÇÃO et al., 2020). Além disso, o fogo, tem se tornado um dos principais causadores de perdas econômicas pouco mensuradas, que são significantes para as populações locais na Amazônia (MENDONÇA et al., 2004).

Existem três diferentes tipos de fogo que ocorrem comumente na região amazônica: i) o fogo do desmatamento para a conversão de florestas, ii) o fogo em áreas já desmatadas usado no manejo agrícola e iii) o fogo que invade áreas florestais por acidente resultante dos dois primeiros casos (BARLOW et al., 2020). O aumento da fragmentação da paisagem pelo desmatamento (BRANDO et al., 2020), a ocorrência de eventos climáticos extremos que causam secas severas (NASCIMENTO et al., 2020), já mencionado acima, assim como a intensidade do manejo de corte e queima pela agricultura de pousio têm atuado conjuntamente para potencializar as queimadas na Amazônia (ALENCAR et al., 2016). A ocorrência em ampla escala desses tipos de fogo está geralmente relacionada ao estágio de desenvolvimento agrícola da região. Por exemplo, em áreas de fronteira agrícola e com maior cobertura florestal remanescente, o fogo utilizado para a conversão florestal é o mais comum em detrimento dos demais tipos (BARLOW et al., 2020).

O uso e manejo do fogo é histórico e bastante variável entre os diferentes tipos de povos e propriedades rurais, especialmente na prática da agricultura (BOWMAN et al., 2009). Na Amazônia, o uso do fogo na agricultura é tradicional, e tem origem no manejo feito pelos povos originários desde o período pré-colombiano (PIVELLO, 2011). Nessas culturas, o tipo de fogo é determinado pelo objetivo, o local e o comportamento do fogo. (ELOY et al., 2021). O conhecimento indígena passado de geração em geração, baseado na direção do vento e outros parâmetros, determinava a atividade de queima (PIVELLO, 2011; ELOY et al., 2021). Contudo, pouco se sabe sobre as práticas de manejo do fogo por agricultores de diferentes contextos socioeconômicos em regiões consolidadas na Amazônia. Estudos indicam que a agricultura praticada por pequenos produtores apresenta uma variedade de usos da terra, com características coincidentes com os povos tradicionais, a exemplo da agricultura de corte e queima, com o desmatamento e queima da área florestada para posterior conversão em roças ou pasto (VAN VLIET et al., 2013).

A agricultura de corte e queima é, na maioria das vezes, definida como a causa do desmatamento e de incêndios (BAHUCHE; BETSCH, 2012), podendo ainda ser taxada de improdutiva e atrasada (PADOCH; PINEDO-VASQUEZ, 2010). Essa percepção é equivocada e gera diferentes formas de desqualificação (STEWART; ROGNANT; BRITO, 2016) e proibição, resultando em conflitos socioambientais e, em alguns casos, levando a situações de insegurança alimentar local, sobretudo em Unidades de Conservação (STEWART; LIMA, 2017).

A agricultura dependente do fogo é uma estratégia de produção agrícola muito acessível e reduz a necessidade de mão de obra, sendo por isso muito difundida em meio à limitação de alternativas econômicas e tecnológicas que caracterizam a realidade dos agricultores tradicionais (CARMENTA et al., 2013).

A utilização do fogo torna possível a agricultura praticada por pequenos produtores a partir das roças (SILVA, 2008). No aspecto legal, em 1965, o Código Florestal brasileiro (Lei nº 4.771/1965) instituiu a proibição do uso do fogo, com exceção para as práticas agropastoris ou florestais (BRASIL, 1965). Esse precedente foi regulamentado anos mais tarde através do Decreto nº 2.661 no ano de 1998 (BRASIL, 1998). Nele, foram definidas as ideias de queima controlada e incêndio florestal, o primeiro diz respeito ao uso controlado do fogo em manejos agrícolas, já o último aos acidentes que envolvem escape de chamas ou práticas de manejo inadequadas (CABRAL; MORAIS FILHO; BORGES, 2013). Atualmente, a legislação brasileira – Lei nº 2.661 de 1998, Código Florestal mais atual (BRASIL, 2012) – engloba os conceitos definidos no Decreto de 1998 acerca dos denominados “fogos controlados” ou “fogos legais” e cobre diversos aspectos do manejo, por exemplo, condições climáticas aceitáveis (hora do dia, padrões de vento), medidas de precaução e parâmetros físicos. Esse tipo de manejo necessita ser utilizado acompanhado de barreiras que impeçam seu escape, sendo essas barreiras denominadas de aceiros (CARMENTA et al., 2013).

É importante ressaltar que existem dois conceitos fundamentais relacionados ao fogo na Amazônia, o primeiro refere-se às queimadas intencionais e o segundo, aos acidentais, que, na maioria dos casos, acabam se transformando em incêndios (ALENCAR et al., 1997). As queimadas acidentais são aquelas que danificam as propriedades privadas e devem ser avaliadas; já as intencionais são aquelas usadas para benefício do agricultor, reduzindo custos de produção. A área total queimada é calculada pela soma das áreas de queimadas intencionais e acidentais (MENDONÇA et al., 2004).

Nesse sentido, as políticas de combate ao desmatamento apresentam uma tendência em limitar as queimadas em grandes propriedades, embora o sucesso seja cada vez menor pelo aumento tanto dos desmatamentos quanto das queimadas (BARLOW et al., 2020). No caso dos pequenos produtores, o uso do fogo se dá em diferentes situações, como limpeza, fertilização e controle de pragas; se não tiverem alternativas para essas funções-chave, é improvável que parem de utilizar o fogo (MORELLLO et al., 2018).

O aumento da incidência de grandes incêndios nas últimas décadas tem acentuado a tendência de proibição do uso do mesmo, causando o aumento da vulnerabilidade das

populações tradicionais (CARMENTA; COUDEL; STEWARD, 2018). Além disso, as realidades socioculturais e ambientais das comunidades sofrem, frequentemente, profundas mudanças, por isso as comunidades buscam por parcerias e alianças para conseguir manejar o fogo que pode se tornar difícil de controlar (ELOY et al., 2021).

Dessa forma, nota-se que o fogo é um elemento chave para diversas atividades produtivas e de manejo de paisagens, já que os povos e comunidades tradicionais dependem da vegetação secundária para o funcionamento dos seus sistemas produtivos. A produtividade não é a única motivação da multiplicidade e regularidade dos usos do fogo pelas comunidades, existem também simbolismos ligados à cultura (ADAMS et al., 2013). A utilização deste elemento pelas comunidades acontece em diferentes contextos, como aberturas de caminhos, limpeza de áreas, produção de alimentos e comunicação (MISTRY; BIZERRIL, 2011).

Porém, ainda existem desconhecimentos e preconceitos que envolvem o manejo do fogo em propriedades rurais na Amazônia. Compreendê-los se torna essencial, pois o entendimento dessa ferramenta em diferentes contextos ajuda na criação de soluções políticas para o combate de incêndios e seus impactos na produção de carbono inorgânico, na biodiversidade e na saúde da população (COUTO, 2020).

Para isso, é necessário levar em consideração que muitos fatores podem influenciar no uso do fogo, como a sazonalidade anual, a ocorrência de eventos extremos e as características da paisagem, que englobam o tamanho e a localização da propriedade. Esses fatores são variados e interdependentes entre si e podem ser categorizados de acordo com a extensão e o objetivo do uso do fogo. Além disso, fatores como: gestão do fogo em nível comunitário, diferenças de gerenciamento entre produtores que praticam agricultura ou pecuária, planos de gerenciamento de fogo, treinamento de segurança contra incêndios, preparação e manejo do fogo exercem influência direta no manejo em nível local (CARMENTA et al., 2011).

A percepção dos agricultores também pode influenciar no modo como o fogo é utilizado. Os pequenos proprietários possuem suas próprias rotinas, regras e definições de uso. Por exemplo, o fogo considerado localmente como “bom fogo” é aquele que é feito em boas condições para a queima: tempo quente, seco e com certa quantidade de vento. Estas regras locais entram em conflito com a legislação atual do fogo, que esclarece que uma boa condição para a queima é aquela com tempo úmido e ventos fracos (CARMENTA et al., 2013). Há ainda, fatores que estão além do controle dos agricultores

e que aumentam os riscos de surgimento de incêndios acidentais, como as mudanças climáticas, aumento das populações e a degradação florestal (SILVESTRINI et al., 2011).

1.2 Justificativa e Interdisciplinaridade da Pesquisa

O controle do uso do fogo é complexo e as políticas públicas têm enfrentado dificuldades em fazê-lo. Essa complexidade gera um desafio no desenvolvimento de uma política adequada de manejo do fogo. A maioria dos incêndios são iniciados pela ação humana e o uso do fogo, como um todo, é um produto de fatores sociais, econômicos e biofísicos operando juntos em uma localidade (SORRENSEN, 2009). Para o desenho adequado destas políticas, é fundamental o conhecimento profundo dos agentes relacionados ao fogo, das práticas de manejo e dos desafios e oportunidades relacionados.

Dentro da Amazônia brasileira coexistem dois grupos majoritários que utilizam fogo no manejo da terra: os grandes e os pequenos proprietários. Há certa relação entre focos de incêndios e as dinâmicas de uso da terra dos proprietários. O fogo nas florestas tropicais tem origem antrópica, porém existe certa dificuldade em identificar claramente quem faz o uso do fogo e se o mesmo recebe um bom manejo.

A interdisciplinaridade desta pesquisa se encontra na abordagem do fenômeno das queimadas considerando suas causas e consequências socioecológicas. Para além de questões biofísicas estudadas na atualidade (ciclagem de nutrientes, balanço de carbono e biodiversidade), este trabalho está focado na interface social e ambiental, investigando a utilização do fogo em práticas agrícolas por produtores de diferentes condições socioeconômicas, conforme inferido pelo tamanho da propriedade rural que tem. O manejo do fogo é uma importante ferramenta para a produção agrícola na Amazônia, que por sua vez se constitui como base para a sobrevivência de grande parte da população rural nas regiões amazônicas.

Todas essas temáticas podem ser condensadas na linha de pesquisa intitulada “Ecossistemas Amazônicos e Dinâmicas Socioambientais”, uma vez que a presente pesquisa abordará e formará conhecimentos integrados sobre as dinâmicas de uso da terra e suas consequências e transformações socioambientais.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Avaliar o uso e manejo do fogo por agricultores distintos (familiares e patronais) em duas regiões distintas na Amazônia Oriental.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Caracterizar o uso e manejo do fogo por agricultores distintos nas regiões de Santarém e Paragominas.
2. Analisar a diversidade e comparar as práticas de uso e manejo do fogo entre os produtores rurais familiares e patronais
3. Analisar a diversidade e comparar as práticas de uso e manejo do fogo entre as regiões de Santarém e Paragominas.
4. Identificar o nível das ações de conscientização para melhores práticas de manejo do fogo aos agricultores das regiões de Santarém e Paragominas.

1.4 Estrutura Da Dissertação

Essa dissertação está estruturada em três capítulos, sendo o primeiro dedicado a contextualizar a problemática do uso do fogo nos trópicos e, em particular, na região amazônica. O segundo capítulo apresenta os resultados do estudo sobre uso e manejo do fogo usando um banco de dados da Rede Amazônia Sustentável (RAS). Esse capítulo irá compor um artigo a ser submetido a uma revista científica. O terceiro capítulo apresenta as conclusões gerais do estudo, os impactos e implicações dos resultados encontrados na pesquisa e direcionamentos para futuras pesquisas.

CAPÍTULO 2 DIVERSIDADE NO USO E MANEJO DO FOGO POR AGRICULTORES NA AMAZÔNIA ORIENTAL

Resumo

O uso indiscriminado do fogo vem se tornando um problema global devido ao aumento da incidência e severidade dos incêndios relacionados, principalmente, às mudanças climáticas. A Amazônia brasileira era um bioma livre de fogo, porém tem experimentado incêndios cada vez mais frequentes e intensos. O uso e manejo do fogo é histórico e bastante variável, especialmente na prática da agricultura. Diante disso propõe-se nessa dissertação avaliar o uso e manejo do fogo por diferentes tipos de agricultores (familiares e patronais) em duas regiões distintas na Amazônia Oriental. A coleta de dados foi feita em 2010 pela Rede Amazônia Sustentável (RAS) e em 500 propriedades rurais, distribuídas em 18 microbacias hidrográficas em cada região. Para comparar a diversidade de práticas de uso e manejo do fogo entre os produtores e as regiões, utilizou-se a análise PERMANOVA. Em ambas as regiões, predomina o uso do fogo e os agricultores familiares foram aqueles que tiveram proporção de uso maior em comparação aos patronais. Entretanto, o uso do fogo foi também realizado pelos agricultores maiores de ambas as regiões. As duas finalidades principais para usar o fogo foram preparar a terra antes de implantar agricultura e realizar o manejo de pastagens degradadas. As capoeiras ou florestas secundárias (<20 anos) foram o tipo de vegetação mais usado, embora florestas primárias e capoeiras mais velhas também tenham sido usadas. A maioria dos agricultores construiu aceiros e queimou contra o vento, porém também usou o fogo no período mais quente do dia (entre 12h-15h) e antes das primeiras chuvas na região. No momento da queima, os agricultores de ambas as regiões recebem auxílio humano, que ocorre predominantemente por pessoas da própria propriedade. Esse uso dominante do fogo na Amazônia reflete o padrão observado nas diferentes regiões tropicais, principalmente relacionado à agricultura itinerante. Observou-se, também, uma incompatibilidade entre o manejo realizado pelos agricultores e aquele recomendado por especialistas ou pela lei. A necessidade da adaptação da lei brasileira quanto às práticas de queimadas locais é emergente, já que ela pode tornar essa prática inviável. Espera-se com esse estudo contribuir para a elaboração de normas de uso e manejo do fogo que sejam mais adaptadas às realidades específicas de cada região e de cada produtor.

Palavras-chave: fogo; agricultura familiar; patronal; manejo; escape do fogo.

Abstract

The indiscriminate use of fire has become a global problem due to the increase of the incidence and severity of fires, mainly related to climate change. The Brazilian Amazon was a fire-free biome, but it has experienced more frequent and intense fires. The use and management of fire is historical and quite variable, especially in the practice of agriculture. Therefore, it is proposed in this dissertation to evaluate the use and management of fire by different farmers (smallholders and large farmers) in two different regions in the Eastern Amazon. Data collection was carried out in 2010 by the Sustainable Amazon Network (RAS) and in 500 rural properties in the region, distributed in 18 watersheds in each region. To compare the diversity of fire use and management practices among producers and regions, the PERMANOVA analysis was used. In both regions, the use of fire predominated, and family farmers were those who had greater use. However, the use of fire was also carried out by larger farmers. The two main purposes were to prepare the land before implementing agriculture and to manage degraded pastures. Secondary forests or Capoeiras (<20 years) were the most commonly used vegetation type, although primary forests and older capoeiras were also used. Most farmers built firebreaks and burnt against the wind, but also used fire in the hottest period of the day (between 12h-15h) and before the first rains in the region. At the time of the burning, farmers in both regions received human assistance, which occurs predominantly by people from the property itself. This dominant use of fire in the Amazon reflects the pattern observed in different tropical regions, mainly related to shifting agriculture. There was also an incompatibility between the management carried out by the farmers and that recommended by specialists or by the law. The need to adapt Brazilian law regarding local burning practices is emerging, as it can make this practice unfeasible. This study is expected to contribute to the development of norms for the use and management of fire that are better adapted to the specific realities of each region and each producer.

Keywords: fire; family farming; farmers; management; fire escape.

2.1 Introdução

O fogo é uma ferramenta amplamente utilizada pelos agricultores nas regiões tropicais (CARMENTA et al., 2011). Na agricultura tradicional e familiar, o preparo da terra para plantio, conhecido como agricultura itinerante, migratória ou de corte e queima,

requer geralmente o uso do fogo para fertilizar e corrigir a acidez do solo. Porém, mesmo agricultores mais tecnificados e detentores de áreas maiores podem continuar a utilizar o fogo para limpeza da terra recém-desmatada e para queima de pastos com infestação de espécies invasoras (SÁ et al., 2007). Portanto, os processos de queima são comuns na Amazônia para produção e expansão agrícola.

O uso em larga escala das queimadas como manejo do solo na agricultura e pecuária acontece por uma série de causas socioeconômicas, que envolve desde a tradição e costumes (ELOY et al., 2021) às restrições de recursos e conhecimentos que os produtores enfrentam, como o custo de mão de obra, o baixo rendimento agrícola, a falta de alternativas economicamente viáveis, assim como baixa fertilidade do solo (NEPSTAD et al., 2001; HOMMA, 2020). A agricultura familiar é caracterizada pelo manejo dos recursos naturais para subsistência como principal sistema de uso da terra. Para a produção de alimentos, esses agricultores utilizam um sistema caracterizado pela existência de duas fases: uma de pousio, em que a vegetação secundária (a capoeira) cresce acumulando nutrientes na biomassa e a capacidade produtiva do solo é restaurada, e outra pelo próprio cultivo agrícola (KATO et al., 2008).

Porém, apesar da importância social, o uso do fogo acarreta na Amazônia um tipo de conflito socioambiental por causa dos impactos negativos gerados tanto para os ecossistemas quanto para os seres humanos, pois o uso indiscriminado leva aos incêndios florestais, ao esgotamento dos recursos naturais e à degradação de ecossistemas. Esse tipo de conflito é complexo e envolve diversos atores que muitas vezes não são compreendidos pelos entes governamentais (PARDO, 2012).

O uso sustentável do fogo depende do manejo adequado, por exemplo, quando se permite deixar a área em pousio por um determinado tempo para recuperação florestal e restabelecimento dos processos ecológicos (KATO; KATO; SÁ, 2012). O manejo adequado torna-se cada vez mais desafiador devido ao crescimento das famílias e o aumento da população local, que por sua vez, diminuem a disponibilidade de terras, forçando os agricultores a reduzir o período de pousio e, assim, diminuir a sua produtividade por causa da redução do acúmulo de nutrientes na biomassa (KATO; KATO; SÁ, 2012).

As políticas de fogo especificam uma queima legal ou controlada, e não praticar esse tipo de fogo legal torna o agricultor vulnerável à punição pela lei. As regras legais para a queima incluem diversos aspectos do manejo do fogo. Porém, muitas vezes, essa política apresenta disparidades com a realidade dos agricultores e não compreende as

capacidades do recurso humano local. Dentre elas, a mais amplamente exigida é a construção de aceiros em torno de cada local de queima (CARMENTA et al., 2013). Portanto, desde que dentro das normas e em pequena escala, o uso do fogo é legal, pois, a princípio, a prática pressupõe a possibilidade de retorno a floresta após o cultivo. O Código Florestal brasileiro (Lei nº 12.651/2012) admite o emprego do fogo em práticas agropastoris ou florestais mediante prévia aprovação do órgão estadual ambiental (BRASIL, 2012; COPERTINO et al., 2019).

As políticas públicas para a Amazônia nem sempre resultam em conservação florestal visto que, há bem pouco tempo atrás, o desmatamento era considerado investimento para Amazônia. Diante disso, alterar práticas tradicionais consolidadas de manejo do fogo exige maiores investimentos em educação, incremento institucional e nos valores éticos, e não somente sanções legais. Por isso, grande parte dos pequenos agricultores e pecuaristas descapitalizados na Amazônia mantém essa tradição e ainda usa o fogo para manejo da terra (ALVES; HOMMA, 2020). Em geral, o que se observa é que as políticas de fogo têm falhado em compreender os desafios e as necessidades da agricultura itinerante, que é a atividade realizada pelos agricultores familiares. Essas políticas instituem criminalizações para as práticas de fogo em larga escala sem prover alternativas que podem ser escolhidas por esses agricultores (CARMENTA; COUDEL; STEWARD, 2018). Os pequenos proprietários apresentam menor inclinação para abandonar o uso do fogo a curto prazo e menor capacidade de controlá-lo, por isso pode-se dizer que os mesmos são mais vulneráveis aos danos do fogo. Em contrapartida, apesar dos grandes proprietários de terras estarem desmatando áreas cada vez menores, eles ainda são responsáveis pelas maiores áreas desmatadas na Amazônia, implicando em maior demanda por técnicas de limpeza da terra (GODAR et al., 2014).

Diante das falhas das políticas de combate e controle de incêndios, o fogo gera perdas para os agricultores e proprietários de terras. Os riscos econômicos desencorajam os proprietários a inovar em suas propriedades, perpetuando majoritariamente a pecuária e a agricultura de corte e queima, em detrimento do estabelecimento de sistemas alternativos, como sistemas agroflorestais e manejo florestal sustentável (NEPSTAD et al., 2001). Os grandes incêndios, produtos do escape do fogo, podem gerar uma grande variedade de custos que afetam a sociedade local e as propriedades privadas (MENDONÇA et al., 2004). Na Amazônia, queimadas acidentais geram impactos socioambientais que estão relacionados a perdas para agricultura e pecuária, além de gerar destruição de casas, cercas e equipamentos. Esses efeitos podem gerar perdas econômicas

regionais de, aproximadamente, 0,2% no PIB da região. Estima-se que no período de 1996-1999 houve perdas econômicas de 75% devido às queimas acidentais em pastagens. As perdas em áreas florestadas também geram impactos aos pequenos produtores locais, como a desvalorização da madeira comercializada originada em áreas afetadas pelas queimadas (MENDONÇA et al., 2004). Em última instância, as queimadas e incêndios descontrolados provocam impactos negativos na saúde dos indivíduos locais gerando impactos socioeconômicos com investimentos médicos para cuidados de doenças respiratórias (MENDONÇA et al., 2004).

O descontrole do fogo também pode ocorrer por fatores que estão além do controle dos agricultores. Vizinhos descuidados ou mudanças na direção e intensidade do vento podem transportar faíscas para dentro de áreas dos pequenos proprietários. Esse fenômeno aumenta o descrédito dos pequenos produtores na construção de aceiros exigidos pela legislação (CARMENTA et al., 2013). Os incêndios descontrolados se tornaram cada vez mais comuns em decorrência das mudanças no clima e do aumento da perda e degradação florestal nas últimas décadas (BARLOW et al., 2020; ARAGÃO et al., 2018, BARLOW et al., 2016). Portanto, a problemática do uso do fogo tem se tornado cada vez mais desafiadora nos dias atuais e o combate ao mau uso do fogo exige uma ação coletiva, a qual oferece grandes desafios. A ação coletiva dos proprietários evidencia dificuldades específicas relacionadas à definição do fenômeno das queimadas, o número de variáveis envolvidas e as dificuldades para definir as relações causais (CAMMELLI, 2013). O seu entendimento e soluções requerem consideração das múltiplas causas socioambientais associadas.

Além disso, paralelas à atuação da governança, as organizações governamentais (ONG's), agem como aliadas no controle do fogo. Na região amazônica, as ONG's ambientais têm carregado a responsabilidade de prover ações diversas como a mobilização e educação de pequenos produtores, extrativistas e povos indígenas quanto a prevenção de incêndios florestais. Muitas delas atuam em parcerias com programas federais focados no controle de fogo, como o Programa de Prevenção e Controle de Queimadas e Incêndios Florestais na Amazônia Legal – PROARCO (SORRENSEN, 2009).

Propõe-se nesse estudo analisar detalhadamente a variação no uso e manejo do fogo por uma diversidade de agricultores na Amazônia Oriental. Com esta pesquisa, pretende-se conhecer os fatores socioeconômicos associados ao uso e manejo do fogo por

agricultores na Amazônia Oriental, de forma a orientar políticas públicas de combate aos grandes incêndios que têm se tornado mais frequentes na Amazônia.

2.2 Material e Métodos

2. 2.1 Área de estudo

Este estudo foi realizado em 500 propriedades rurais localizadas nos municípios de Paragominas/Ulianópolis (1,9 milhões ha, a partir daqui chamados de região de Paragominas) e Santarém/Belterra/Mojuí dos Campos (1,0 milhão ha, a partir daqui chamados de região de Santarém), no estado do Pará (Figura 1).

Nas duas regiões existem diferenças quanto à colonização e ocupação da terra. Em Santarém, os primeiros processos de ocupação ocorreram a partir das várzeas e beira de rios e igarapés. Na região, a presença especificamente de agricultores se consolidou ao longo de mais de um século, sendo intensificada pela abertura das rodovias Transamazônica (BR-230) e Cuiabá-Santarém (BR-163). Esse processo foi um dos primeiros a serem impulsionados a partir de estradas e não por rios. Na região de Paragominas, a ocupação foi caracterizada pelo crescimento populacional também impulsionado por rodovias, no caso, a rodovia Belém-Brasília (BR-010). A colonização da região foi marcada pela presença intensiva de pecuaristas do sul, sudeste e centro-oeste do Brasil nas décadas de 1950-60 e por madeireiros nas décadas de 1980 e 1990 (LEROY, 2009; PINTO et al., 2009; FERREIRA et al., 2014).

As duas regiões apresentam grande visibilidade nacional devido a iniciativas de sustentabilidade, como a expansão da moratória e da soja em florestas na região de Santarém e o Programa Municípios Verdes na região de Paragominas. O foco da pesquisa nessas duas regiões possibilita o conhecimento de características do leste amazônico em relação ao uso e manejo da terra (FERREIRA et al., 2014).

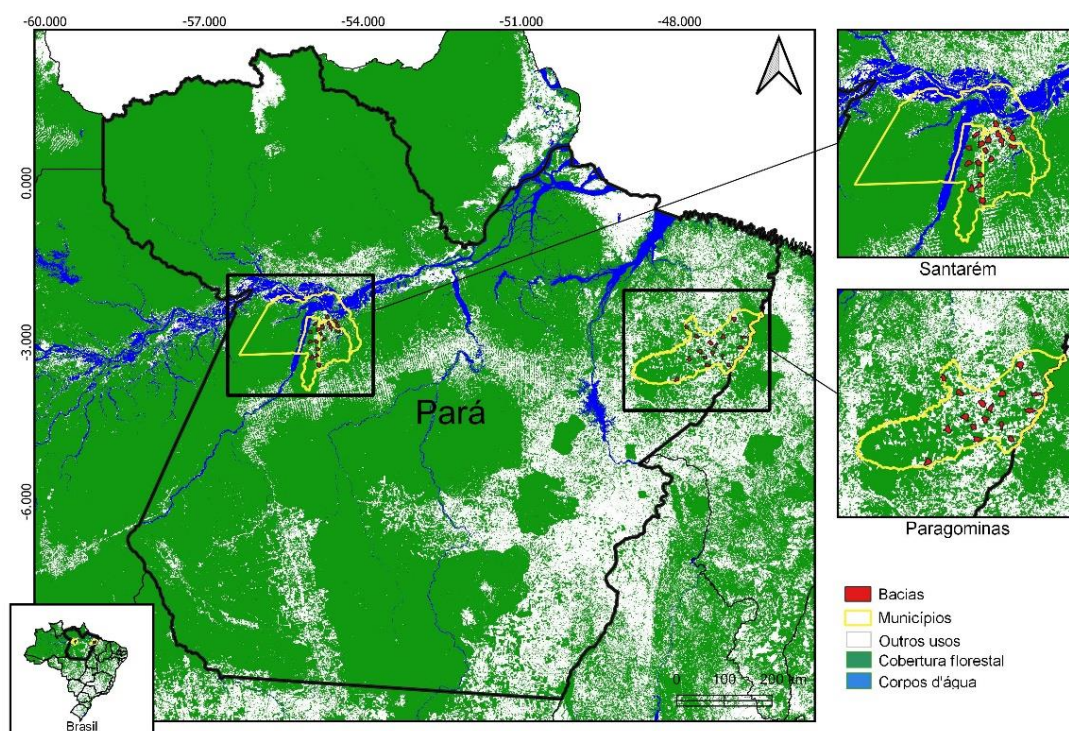
Os tipos de solo predominantes na região de Santarém são Latossolos e Argissolos (DURIGAN et al., 2017), enquanto que em Paragominas, o tipo predominante é o Latossolo Amarelo, com alto teor de argila (ALVES; CARVALHO; SILVA, 2014).

2.2.2 Coleta de dados

Para a realização deste estudo, foi utilizado um banco de dados coletados pela Rede Amazônia Sustentável (RAS) uma rede de pesquisa criada em 2009 por pesquisadores vinculados à Embrapa Amazônia Oriental, Universidade de Lancaster e o Instituto Ambiental de Estocolmo. Esta rede tem como objetivo realizar estudos sociológicos na Amazônia Oriental brasileira. Os dados ecológicos e socioeconômicos deste banco de dados estão relacionados ao uso e exploração dos recursos naturais nas regiões de Santarém e Paragominas até o ano de 2011. Esses dados formam um desenho amostral que possibilita a realização de comparações em diferentes escalas acerca das condições ecológicas e socioeconômicas das regiões (detalhes em GARDNER et al., 2013; FERREIRA et al., 2014).

Foram coletadas informações em territórios localizados em 18 microbacias hidrográficas de terceira ou quarta ordem (aproximadamente 5000 ha) em cada região estudada (Figura 1). As microbacias estão distribuídas em diferentes coberturas florestais em cada região (10 a 100% em Santarém e 6 a 100% em Paragominas). Ao todo foram escolhidas 328 propriedades em Santarém e 172 em Paragominas distribuídas nas microbacias (Figura 1) (GARDNER et al., 2013).

Figura 1- Mapa da distribuição geográfica e cobertura florestal das microbacias nas regiões de Santarém e Paragominas.



A paisagem estratificada das regiões leva a ocorrência de mais pontos de estudo em propriedades maiores em detrimento das menores, isso faz com que o desenho amostral seja sub-representado. Esse problema foi contornado através da determinação de mapear no máximo 20 propriedades em cada microbacia. Esta técnica de amostragem permite conhecer os diferentes fatores socioeconômicos e características demográficas que predominam entre os produtores rurais de cada bacia (GARDNER et al., 2013; FERREIRA et al., 2014).

Os dados socioeconômicos foram coletados em cinco etapas: i) identificação e mapeamento das moradias; ii) seleção dos domicílios; iii) entrevistas de campo; iv) controle de qualidade dos dados; e v) entrada dos dados em planilhas. A caracterização de cada propriedade rural foi baseada quanto ao uso e cobertura do solo e envolveu a demografia, origem da imigração, acesso a serviços e bem-estar, bem como custos e produtividade dos diferentes sistemas de produção.

Para fins de análise, foram considerados apenas domicílios com mais de 1,0 ha e com produção agrícola ativa até no ano de referência do questionário (2009). Para os casos de recusa ou de ausência de membros da família dentro das propriedades, optou-se pela exclusão da propriedade. Os dados foram coletados a partir da aplicação em ambas regiões de um questionário semiaberto (ver Apêndice A) no período de 2010-2011.

Ao todo foram 500 proprietários entrevistados localizados nas duas regiões. Em Santarém, o total de proprietários entrevistados foi 317, distribuídos em 280 agricultores familiares e 37 patronais. Os agricultores familiares representam a grande maioria dos produtores rurais com uma percentagem de 88,33%. Do total de produtores dessa região (328), 11 não informaram o tamanho de sua propriedade impossibilitando a classificação do produtor. Portanto, tais produtores foram excluídos das análises. Na região de Paragominas, o total de proprietários entrevistados foi 170, distribuídos em 106 agricultores familiares e 64 patronais. Assim como em Santarém, os agricultores familiares de Paragominas representam a maioria dos produtores rurais apresentando uma percentagem de 62,35%. Além disso, houve 2 produtores (do total de 172) cuja microbacia não foi possível ser identificada. Esses produtores, também foram excluídos das análises.

As informações sobre a finalidade do uso do fogo foram divididas nos anos vigentes em que os produtores utilizaram o fogo, 2000 ou antes, 2005 e 2009. Para cada ano, os proprietários apresentaram um uso diferente ou não do ano anterior.

2.2.3 Análises de dados

Os proprietários rurais foram classificados, de acordo com o tamanho das suas propriedades, em familiares e patronais, tendo em vista as diferenças no tamanho dos módulos fiscais - Lei nº 6.746/1979 (BRASIL, 1979) - entre as regiões. Em Santarém, 1 módulo fiscal equivale a 75 hectares, enquanto que em Paragominas, 1 módulo fiscal equivale a 55 hectares. Os agricultores familiares, conforme a instrução da lei nº 8.629/1993 (BRASIL, 1993), foram classificados como aqueles que possuem até 4 módulos fiscais. Neste caso, para esta pesquisa, as propriedades familiares foram aquelas com até 300 ha (4x75 ha) para a região de Santarém e com até 220 ha (4x55 ha) para a região de Paragominas. Propriedades com tamanho superior aos limites de 4 módulos fiscais foram classificadas como grandes (produtores patronais). Embora o tamanho da propriedade não seja o único fator condicionante da classificação em agricultura familiar, esse fator funcionará como uma espécie de indicador.

Foram avaliados diferentes aspectos relacionados ao uso e manejo do fogo, especificamente: 1) O uso do fogo, avaliando se os agricultores usavam ou não a ferramenta em suas práticas; 2) Finalidade no uso do fogo, por exemplo, se tinha como objetivo a limpeza de terreno ou a renovação de pastagens degradadas; 3) Manejo do fogo, avaliando quais práticas atreladas ao uso do fogo estavam sendo cumpridas a fim de promover a segurança no uso do fogo; 4) Escape do fogo, conhecendo se houve ou não algum acidente durante as práticas de queima; e 5) Conscientização, avaliando o nível de conhecimento do manejo e dos riscos que envolvem o uso do fogo para manejo da terra.

Para comparar a diversidade de práticas de uso e manejo do fogo entre os tipos de produtores (agricultor familiar e patronal) e as regiões, utilizou-se a análise de PERMANOVA (ANDERSON; WALSH, 2013) executada pelo pacote ‘vegan’ (OKSANEN et al., 2015) com 9999 permutações. A distância euclidiana foi utilizada como índice de distância. Na PERMANOVA foi utilizado o percentual do quantitativo de produtores familiar e patronal entre as microbacias. Para isso, fez-se necessário identificar as propriedades em sua respectiva microbacia e conhecer o total de produtores familiares e patronais em cada uma das 18 microbacias existentes em cada região consultando o banco de dados da RAS.

As perguntas feitas para cada produtor geraram dados (variáveis) que foram organizados em uma planilha. Cada variável foi determinada a partir das médias das proporções percentuais para cada tipo de produtor das microbacias. Essas médias foram

apresentadas em valores percentuais nas tabelas na seção de resultados. Isso ocorreu para que os resultados pudessem expressar de forma clara as proporções de cada tipo de produtor para cada variável. A análise PERMANOVA foi feita a partir destes valores percentuais.

Todas as análises foram realizadas no programa R versão 4.3.2 (R CORE TEAM, 2020) com o nível alfa de 5% ($0,05 \geq pvalor$).

2.3 Resultados

2.3.1 O uso do fogo pelos agricultores

Em ambas as regiões, predomina o uso do fogo, uma vez que o número de produtores que queimam é cerca de três vezes maior do que aqueles que não queimam (362 vs. 125; Tabela 1). Dentre os tipos de agricultores, percebe-se que, dentro do grupo daqueles que utilizam fogo, os agricultores familiares foram aqueles que apresentaram maior proporção dentre grupos (média entre bacias = 51,3 %; Tabela 1). Assim, a comparação global mostrou que o uso do fogo é significativamente maior por agricultores familiares em comparação aos patronais. Ainda assim, observou-se que, em média, cerca de 26% dos agricultores patronais utilizam fogo. Conforme esperado, dentro do grupo formado por aqueles que não utilizam fogo, os patronais receberam um destaque, com média de 51,5 %. A diferença entre os grupos se mostrou significativa (Tabela 1).

Ao comparar os tipos de produtores que usam fogo de cada região, foi encontrada diferença significativa apenas em uma das regiões. Em Santarém, os agricultores familiares usaram mais fogo, apresentando uma diferença significativa em relação aos agricultores maiores (media entre bacias = 76,4 % vs 28,8 %; Tabela 1). Em Paragominas, os agricultores familiares também usaram mais fogo que os agricultores patronais, porém a diferença não foi estatisticamente significativa (26,1 % vs. 23,8 %, respectivamente; Tabela 1).

Tabela 1- Uso do fogo por agricultores na Amazônia Oriental representado pelas quantidades totais e pelas médias das proporções para cada tipo de produtor (Ag. Familiar e Patronal) em cada microbacia, considerando as duas regiões juntas - Global (A) - e separando-se as regiões de Santarém (B) e Paragominas (C).

(A) Global					
Sim 362			Não 125		
Ag. Familiar 51,3 %	Patronal 26,3 %	F (p) 7,1 (0,007)	Ag. Familiar 12,7 %	Patronal 51,5 %	F (p) 23,4 (0,001)
(B) Santarém					
Sim 262			Não 55		
Ag. Familiar 76,4 %	Patronal 28,8 %	F (p) 15 (0,003)	Ag. Familiar 7,1 %	Patronal 43,4 %	F (p) 12,4 (0,002)
(C) Paragominas					
Sim 100			Não 70		
Ag. Familiar 26,1 %	Patronal 23,8 %	F (p) 0,04 (0,839)	Ag. Familiar 18,3 %	Patronal 59,6 %	F (p) 11,5 (0,007)

Em relação à percepção do uso do fogo na vizinhança, na região de Santarém, os agricultores familiares têm maior percepção que a vizinhança utiliza fogo em comparação aos agricultores patronais (médias entre bacias = 63,5% vs. 30,4 %, respectivamente; Tabela 2). Essa diferença foi estatisticamente significativa ($p=0,034$). Em Paragominas, apesar da maior proporção também ser a dos agricultores familiares, o padrão encontrado foi diferente, a proporção desses e a dos patronais foi próxima (23,7 % vs. 20,8 %, respectivamente; Tabela 2) e a diferença não foi estatisticamente significativa ($p=0,773$). De qualquer forma, mesmo entre os produtores maiores, uma proporção considerável deles percebe o uso do fogo na vizinhança, sendo cerca de 30,4 % em Santarém e 20,8 % em Paragominas (Tabela 2). Como esperado, dentre aqueles que não percebem o uso do fogo na vizinhança, os patronais apresentaram maiores proporções em ambas regiões (36,3 % em Santarém e 63,1 % em Paragominas; Tabela 2), porém, houve diferença significativa apenas na região de Paragominas ($p=0,007$).

Tabela 2- Médias das proporções em cada microbacia dos tipos de agricultores acerca da percepção dos agricultores sobre a utilização do fogo pela vizinhança.

	Santarém			Paragominas		
	Ag. Familiar	Patronal	F (p)	Ag. Familiar	Patronal	F (p)
Sim	63,5 %	30,4 %	6,3 (0,022)	23,7 %	20,8 %	0,1 (0,773)
Não	19,8 %	36,3 %	1,9 (0,185)	20,2 %	63,1 %	10,6 (0,007)

2. 3. 2 Finalidade no uso do fogo ao longo do tempo

De forma geral, os agricultores das regiões utilizaram fogo, principalmente, para preparar a terra antes de implantar agricultura (Tabela 3). Porém, o uso do fogo para preparar a terra na agricultura foi sempre maior que apenas para limpeza de pastos nas duas regiões. De qualquer forma, uma proporção razoável de agricultores usou fogo para as duas finalidades combinadas, variando entre 14,8 % a 1,8 % (Tabela 3).

Tabela 3- Médias das proporções em cada microbacia de cada tipo de agricultor com relação a finalidade do uso do fogo.

	Santarém			Paragominas		
	Ag. Familiar	Patronal	F (p)	Ag. Familiar	Patronal	F (p)
Preparo da terra	54,7 %	13,9 %	13,4 (0,003)	17,5 %	13,9 %	0,1 (0,769)
Limpeza de pasto	1,8 %	0,0 %	4,9 (0,042)	0,3 %	5,6 %	1,9 (0,475)
Preparo da terra e limpeza de pasto	16,6 %	8,3 %	1,1 (0,318)	5,6 %	2,8 %	0,5 (0,508)
Outro	10,3 %	22,2 %	1,3 (0,282)	10,0 %	38,8 %	5,7 (0,031)

Ao comparar a finalidade no uso do fogo entre os tipos de agricultores, apenas a região de Santarém apresentou diferenças significativas (tanto para preparo da terra quanto para limpeza de pasto; Tabela 3). Nesta região, a proporção de agricultores familiares que usaram fogo foi significativamente maior que os demais agricultores, tanto para o preparo da terra, quanto para a limpeza de pasto (medias entre bacias = 54,7 % e 1,8 %, respectivamente; Tabela 3).

2.3.3 Tipo de vegetação queimada no preparo da terra

Os agricultores nas duas regiões queimaram tanto capoeira, quanto capoeirão e floresta com o fim de preparar a terra para plantio. Porém, em geral, as capoeiras foram a cobertura da terra mais usada para esse fim. Em Santarém, as capoeiras foram usadas em média por 68,7 %, 77,2 % e 79,7 % dos agricultores familiares nos anos 2000, 2005 e 2009, respectivamente (Tabela 4). A proporção de agricultores patronais que usaram capoeira em Santarém foi sempre inferior, em comparação aos familiares, com uma diferença significativa em todos os anos analisados (Tabela 4). Nessa localidade, foi observado ainda um pequeno aumento do uso das capoeiras ao longo dos anos, em detrimento do uso dos capoeirões e florestas. Em Paragominas, houve um maior equilíbrio entre o uso de capoeiras, capoeirões e florestas, com o uso de capoeirões e florestas ainda relativamente alto mesmo nos anos mais recentes (Tabela 4). Na região não foram encontradas quaisquer diferenças significativas.

Tabela 4- Médias das proporções em cada microbacia para cada tipo de agricultor com relação ao tipo de vegetação queimada no preparo da terra entre os anos 2000 (ou antes), 2005 e 2009.

< 2000						
	Santarém			Paragominas		
	Ag. Familiar	Patronal	F (p)	Ag. Familiar	Patronal	F (p)
Capoeira ⁱ	68,7 %	38,9 %	5,0 (0,037)	14,3 %	31,1 %	2,0 (0,154)
Capoeirão ⁱⁱ	9,2 %	6,9 %	0,2 (0,674)	5,3 %	12,7 %	0,8 (0,431)
Floresta	5,4 %	4,2 %	0,1 (0,754)	8,5 %	11,8 %	0,004 (0,952)
2005						
	Santarém			Paragominas		
	Ag. Familiar	Patronal	F (p)	Ag. Familiar	Patronal	F (p)
Capoeira	77,2 %	47,2 %	4,3 (0,050)	27,6 %	39,8 %	0,7 (0,413)
Capoeirão	4,3 %	2,8 %	0,2 (0,743)	4,7 %	7,4 %	0,2 (0,847)
Floresta	1,8 %	0 %	4,3 (0,1)	6,5 %	13,9 %	0,7 (0,475)
2009						
	Santarém			Paragominas		
	Ag. Familiar	Patronal	F (p)	Ag. Familiar	Patronal	F (p)
Capoeira	79,7 %	36,1 %	9,3 (0,005)	25,2 %	33,3 %	0,3 (0,624)
Capoeirão	3,4 %	8,3 %	0,6 (0,524)	4,2 %	0 %	4,1 (0,098)
Floresta	0,2 %	0 %	1,0 (1,0)	3,9 %	11,1 %	0,8 (0,498)

i: considerou-se “Capoeira” a vegetação secundária com idade e características estruturais intermediárias, geralmente até 20 anos.

ii: considerou-se “Capoeirão” a vegetação secundária com idade e estrutura avançada, geralmente acima de 20 anos.

2.3.4 Manejo do fogo praticado pelos agricultores

Em ambas as regiões observou-se que a maioria dos agricultores que queimam declararam que construíram aceiros (Figura 2.a). Percebe-se que a maioria dos agricultores que constrói aceiros é formada por agricultores familiares. A quantidade de agricultores patronais que declararam que fazem a construção de aceiros é relativamente baixa (Figura 2.a).

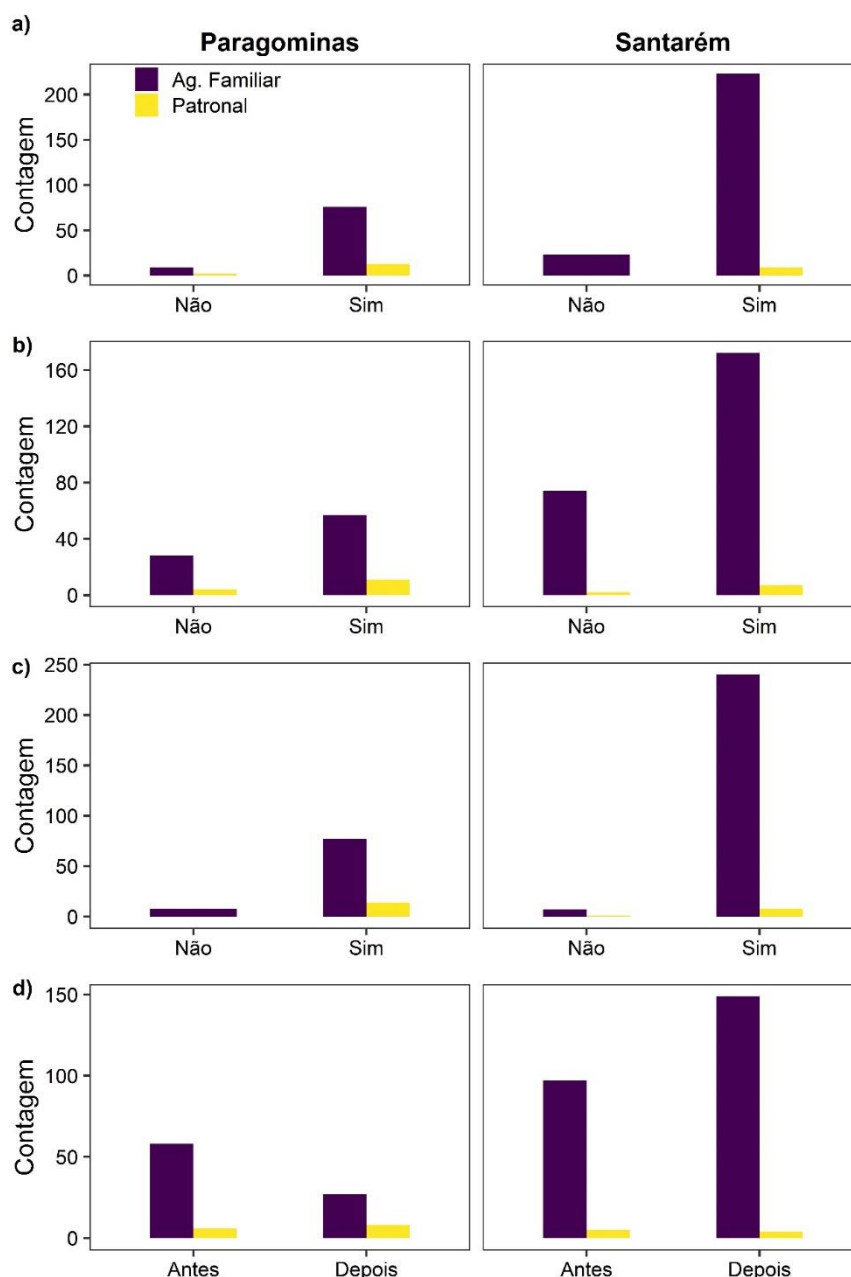
Em Santarém, a proporção de agricultores familiares que constroem aceiros, foi significativamente maior em relação aos patronais ((Figura 2.a, $p=0,039$). Contudo, na região de Paragominas não foi encontrada diferença significativa entre os tipos de agricultores, ainda que o total de agricultores familiares tenha sido muito maior.

Em ambas as regiões, a maioria dos agricultores realiza a queima contra o vento (Figura 2.b). Em Santarém, não houve uma diferença significativa entre as proporções dos agricultores familiares e patronais que fazem a queima contra o vento, o mesmo acontecendo na região de Paragominas.

Nas duas regiões, dentre aqueles que queimam, a maioria não possui um horário delimitado para queimar, ou seja, queima em um horário qualquer (Figura 2.c). Dentro desse grupo, a maior proporção é formada por agricultores familiares em ambas as regiões. Em Santarém, houve diferença significativa entre as proporções de agricultores familiares e patronais que queimam em horário qualquer ($p=0,022$). Em Paragominas, não foram encontradas quaisquer diferenças significativas.

Na região de Santarém, a maioria dos agricultores queima depois do período de chuvas (Figura 2.d). Dentro deste grupo, os agricultores familiares apresentam a maior proporção, sendo que diferença entre os tipos de agricultores se mostrou significativa ($p=0,022$). Em Paragominas, a situação é inversa, a maioria dos agricultores familiares queima antes das primeiras chuvas. Nesta região, não houve nenhuma diferença significativa entre os tipos de agricultores.

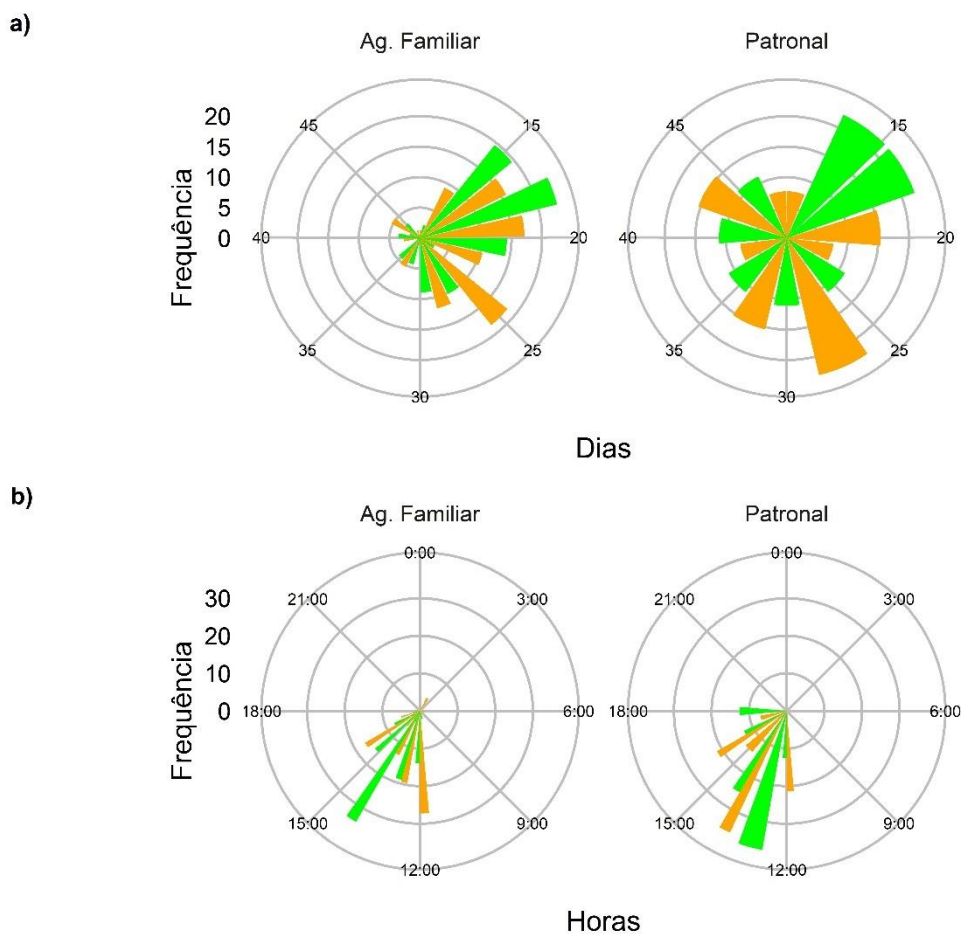
Figura 2- Procedimentos que compõem o manejo praticado pelos agricultores: a) Constroem aceiros; b) Queima contra o vento; c) Queima em horário qualquer; d) Queima antes ou depois do período de chuvas.



A construção de aceiros pelos agricultores que queimam em ambas as regiões aconteceu, na maioria das vezes, de 14 a 25 dias antes da queima (Figura 3.a). Na região de Santarém, a maioria dos agricultores familiares construiu aceiros cerca de 18 dias antes da queima. Os agricultores patronais de Santarém em sua maioria construíram aceiros entre 14 e 18 dias antes da queima. Em Paragominas, a maioria dos agricultores familiares construíram aceiros 25 dias antes de queimar. Os patronais de Paragominas, em sua maioria, constroem aceiros cerca de 27 dias antes da queima.

Os agricultores familiares de Santarém queimam, em sua maioria, as 14h, enquanto que os patronais, em sua maioria queimam as 13h (Figura 3.b). Em Paragominas, a maioria dos agricultores familiares queima as 12h (Figura 3.b), enquanto que a maioria dos de Paragominas queimam as 14h.

Figura 3- Manejo do fogo pelos produtores: a) Construção de aceiros pelos agricultores em relação ao dia da queima; b) Horário de início da prática da queima. A região de Santarém está representada pela cor verde e a de Paragominas pela cor laranja.



No momento da queima, os agricultores de ambas as regiões recebem auxílio humano, que ocorre predominantemente por pessoas da própria propriedade (Tabela 5). A proporção de agricultores que recebe ajuda de pessoas da propriedade foi sempre maior para os agricultores familiares em comparação aos patronais (88% vs 57% em Santarém, 87% vs 64% em Paragominas, Tabela 5). Além disso, na região de Santarém, a proporção de agricultores patronais que receberam ajuda de vizinhos e outros foi maior que os agricultores familiares (Tabela 5).

Tabela 5- Número de agricultores que receberam auxílio humano na hora da queima, discriminados entre agricultores familiares e patronais e entre os tipos de ajuda nas regiões de Santarém e Paragominas, estado do Pará.

	Santarém		Paragominas	
	Ag. Familiar	Patronal	Ag. Familiar	Patronal
Pessoas da propriedade	209 (88,19%)	4 (57,14%)	74 (87,06%)	9 64,29%)
Vizinhos	12 (5,06%)	2 (28,57%)	6 (7,06%)	0 (0,0%)
Outros	16 (6,75%)	1 (14,29%)	5 (5,88%)	5 (35,71%)
Total	237	7	85	14

2.3.5 Escape do fogo

Na região de Santarém, a maioria dos agricultores dos dois tipos afirmou que não houve escape do fogo (74,2 %, em média, para os agricultores familiares e 19,4 %, em média, para os patronais durante o preparo da terra; e 57,2 %, em média, para os agricultores familiares e 11,1 %, em média, para os patronais durante a limpeza da terra; Tabela 6). O escape do fogo foi relatado, em média, por 9,2 % dos agricultores familiares e 2,8 % dos patronais para limpeza da terra e 3,9 % e 0 % para limpeza de pasto (Tabela 6). Em Paragominas, a maioria dos agricultores dos dois tipos afirmou que não houve escape do fogo (16,9 % e 22,2 % para agricultores familiares e patronais, respectivamente, durante o preparo da terra; e 17,7 % e 16,7 % para limpeza de pasto) (Tabela 6). Nesta região houve escape do fogo apenas para os agricultores familiares (5,3 % durante o preparo da terra e 4,6 % durante a limpeza de pasto; Tabela 6).

Na região de Santarém, a proporção de agricultores familiares que tiveram escape de fogo para preparo da terra foi maior (9,2 % vs. 2,8 %; Tabela 6), embora não apresente diferença estatística significativa em comparação aos agricultores patronais. A diferença significativa ocorreu apenas entre aqueles que não tiveram escape do fogo (74,2 % vs. 19,4 %; Tabela 6). Já para a limpeza de pasto, não houve diferença significativa no escape do fogo entre os dois tipos de agricultores (Tabela 6). A região de Paragominas não apresentou nenhuma diferença estatisticamente significativa.

Tabela 6- Médias das proporções entre microbacias para tipo de produtor acerca do escape do fogo de 2005 em diante durante o preparo da terra e limpeza de pasto.

Preparo da terra						
	Santarém			Paragominas		
	Ag. Familiar	Patronal	F (p)	Ag. Familiar	Patronal	F (p)
Sim	9,2 %	2,8 %	3,1 (0,082)	5,3 %	0,0 %	3,3 (0,236)
Não	74,2 %	19,4 %	19,6 (0,001)	16,9 %	22,2 %	0,2 (0,717)

Limpeza de pasto						
	Santarém			Paragominas		
	Ag. Familiar	Patronal	F (p)	Ag. Familiar	Patronal	F (p)
Sim	3,9 %	0,0 %	1,8 (0,481)	4,6 %	0,0 %	3,2 (0,248)
Não	57,2 %	11,1 %	11,3 (0,005)	17,7 %	16,7 %	0,007 (1,0)

2.3.6 Conscientização dos agricultores associada ao uso e manejo do fogo

Acordos comunitários

A maioria dos agricultores nunca tinha participado de acordo comunitário para ao uso e manejo do fogo (média entre microbacias > 90% nas duas regiões; Tabela 8). Ainda assim, entre 4% e 6% dos agricultores participavam de algum acordo no momento da entrevista, com exceção dos agricultores patronais de Santarém (Tabela 7).

Tabela 7- Participação dos produtores familiares e patronais em acordos comunitários nas regiões de Santarém e Paragominas, estado do Pará.

	Santarém		Paragominas	
	Ag. Familiar	Patronal	Ag. Familiar	Patronal
Não, mas já participou	4 (1,44%)	1 (2,78%)	1 (1,03%)	0 (0,0%)
Não e nunca participou	261 (94,22%)	35 (97,22%)	90 (92,78%)	61 (93,85%)
Sim, participa	12 (4,33%)	0	6 (6,19%)	4 (6,15%)
Total	277	36	97	65

As regras dos acordos variaram bastante. De forma geral, a maioria delas envolvia orientações sobre manejo do fogo, como construir aceiros, reunir membros da família para ajudar ou convidar vizinhos, ter em mãos materiais adequados (água, abafador, tocha), estipular um período específico para queimar (horário, mês), avisar a vizinhança (principalmente, se ocorrer algum incêndio) e equilíbrio na utilização do fogo (seguindo

orientações recomendadas à época pelo Programa Municípios Verdes). Em alguns casos, os acordos estipulavam até mesmo a proibição do uso do fogo.

Treinamentos

A proporção de agricultores que recebeu algum treinamento sobre fogo foi sempre baixa, variando entre 6% e 20%, sendo que não houve diferença significativa entre as duas categorias em nenhum dos casos (Tabela 8).

Tabela 8- Médias das proporções entre microbacias para cada tipo de produtor em relação ao treinamento sobre manejo e combate do fogo recebido pelos agricultores.

	Santarém			Paragominas		
	Ag. Familiar	Patronal	F (p)	Ag. Familiar	Patronal	F (p)
Sim	12,8 %	9,6 %	0,2 (0,644)	6,3 %	20,4 %	2,9 (0,100)
Não	70,5 %	59,3 %	0,6 (0,415)	38,1 %	63 %	2,9 (0,109)

Os treinamentos foram proporcionados por diversas instituições e aconteceram tanto dentro da propriedade do produtor como em outra localidade. Nas duas regiões, as instituições que mais promoveram treinamento dentro da propriedade foram: o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, a empresa Terra Viva, a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Pará – EMATER-PARÁ, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Os treinamentos realizados em outra localidade ocorreram em sua maioria em comunidades vizinhas ou em outros municípios, como Belém e Belterra.

Os treinamentos aconteceram em formatos de palestras e minicursos em ambas as regiões. Em Santarém, cerca de 64,1 % dos agricultores familiares participaram de palestras, representando a maioria. Uma parte significativa também participou de minicursos (36 %). Com relação aos patronais, a maioria participou de minicursos (66,67 %), entretanto, uma parte significativa participou de palestras (33,33 %). Em Paragominas, todos os agricultores familiares participaram apenas de palestras, enquanto que cerca de 75 % dos patronais participou de palestras e 25 % participou de minicursos.

Em Santarém, a maioria dos agricultores familiares participou de uma palestra. Em relação aos minicursos, a maioria dos agricultores familiares participou cerca de três vezes, enquanto que os patronais participaram cerca de duas a seis vezes. Na região de Paragominas, a maioria dos agricultores familiares também participou de apenas uma

palestra. Entre os patronais, a maioria participou de apenas uma palestra e de cerca de dez a quinze minicursos.

Em ambas as regiões, a maioria dos agricultores familiares recebeu treinamento na sua própria propriedade (62,16 % em Santarém e 61,9 % em Paragominas). Entre os patronais, todos receberam treinamento fora da sua propriedade.

Comunicação acerca da queima

A comunicação entre vizinhos só teve alta proporção em Santarém (68%) (Tabela 9). Nessa região, a comunicação com a vizinhança acerca da queima é significativamente maior entre os agricultores familiares (Tabela 9). Já em Paragominas, a proporção de agricultores familiares que comunicaram os vizinhos foi tão baixa quanto os patronais. Apenas cerca de 1/4 e 1/3 dos produtores patronais, em Santarém e Paragominas, respectivamente, comunicam seus vizinhos quando foram utilizar o fogo (Tabela 9).

Em Paragominas, não foi encontrada nenhuma diferença significativa entre os produtores (Tabela 9).

Tabela 9- Médias das proporções entre microbacias acerca da comunicação com o vizinho sobre a queima da área.

	Santarém			Paragominas		
	Ag. Familiar	Patronal	F (p)	Ag. Familiar	Patronal	F (p)
Sim	68,0 %	25,0 %	11,1 (0,007)	23,6 %	33,3 %	0,5 (0,46)
Não	15,4 %	19,4 %	0,2 (0,701)	9,8 %	33,3 %	4,1 (0,05)

Em geral, a comunicação aos órgãos públicos sobre a queima foi sempre baixa (entre 0% e 11%), sendo que não houve diferença significativa entre agricultores familiares e patronais que comunicam nas duas regiões (Tabela 10). O único órgão comunicado antes da realização da queima foi o IBAMA.

Tabela 10- Média das proporções entre microbacias acerca da comunicação com algum órgão público sobre a queima.

	Santarém			Paragominas		
	Ag. Familiar	Patronal	F (p)	Ag. Familiar	Patronal	F (p)
Sim	2,8 %	5,6 %	0,2 (1,0)	0,0 %	11,1 %	2,1 (0,5)
Não	80,6 %	38,9 %	8 (0,002)	33,3 %	55,6 %	1,8 (0,320)

2.4 Discussão

2.4.1 Uso do fogo pelos agricultores familiares e patronais

Os dados apontaram que o uso do fogo é uma técnica de manejo da terra predominante nas regiões de Santarém e Paragominas, uma vez que a grande maioria dos agricultores utiliza fogo em suas práticas agrícolas. Conforme esperado, observou-se que, nas duas regiões, os agricultores familiares são proporcionalmente os que mais utilizam fogo em comparação aos agricultores patronais. Porém, ainda assim, foi notável encontrar que mais de 1/4 dos agricultores patronais ainda utiliza fogo em suas práticas agrícolas.

O uso dominante do fogo entre agricultores na Amazônia reflete o padrão observado nas diferentes regiões tropicais, principalmente relacionado à agricultura itinerante realizada pelos agricultores familiares que é importante para os seus meios de vida (VAN VLIET et al., 2012; CARMENTA et al., 2011; MERTZ et al., 2009). As duas regiões estudadas representam áreas agrícolas relativamente consolidadas na Amazônia Oriental, o que permitiria supor que o uso do fogo poderia ser reduzido em relação às regiões de fronteira de desmatamento. Ainda assim, ao contrário do esperado, a proporção de uso do fogo foi expressiva. Portanto, esperava-se que o uso do fogo na agricultura fosse apenas encontrado nas diversas fronteiras de desmatamento ativo da região amazônica onde a expansão agrícola é mais intensa, em comparação às áreas do presente estudo (ALENCAR et al., 2004).

A utilização do fogo na agricultura tem crescido na Amazônia. Tradicionalmente, esse uso é associado à preparação da terra para cultivo agrícola e à formação de pastagens e, até mesmo, à eliminação de copas das árvores e espécies invasoras. O uso predominante de fogo na agricultura demonstrado no presente estudo resulta do fato das queimadas serem uma prática cultural de manejo agrícola (CARMENTA; COUDEL; STEWARD, 2018), essa é uma alternativa muito acessível na Amazônia e em diversas regiões tropicais. Há vários fatores que ajudam a explicar a prevalência do fogo como ferramenta agrícola, especialmente entre os agricultores de menor porte, que incluem a dificuldade de acesso às máquinas, aos conhecimentos alternativos de manejo, à falta de disponibilidade de insumos e de recursos financeiros (ALVES; HOMMA, 2020; MORELLO et al., 2018; COOMES; TAKASAKI; RHEMTULLA, 2011).

Em geral, observou-se que tanto o uso do fogo quanto a percepção do mesmo pela vizinhança é alta. A inovação nos sistemas de produção e adoção de tecnologias agrícolas

sustentáveis envolve fatores amplos, como cultura, mercados e governança e podem influenciar no uso do fogo como técnica de manejo pelos produtores. Somados à esses, as experiências individuais também exercem influência sobre as decisões no manejo da terra. As percepções e comportamentos, aliados ao volume de informações, crenças e valores moldam o sistema agrícola amazônico (CORTNER et al., 2019).

Notou-se no presente estudo que os agricultores maiores ou patronais também apresentaram uma proporção significativa de uso do fogo. Isso acontece porque a prática tradicional, herdada por povos indígenas, foi absorvida por todos os tipos de produtores rurais. Porém, esses produtores agropastoris apresentam um uso diferente do praticado por povos tradicionais. Na maioria dos casos, o uso não está associado à subsistência, mas somente ao incremento de renda (PARDO, 2012). De fato, observou-se que os agricultores patronais utilizam fogo para outros fins não identificados na pesquisa, mas também para a limpeza de terra recém-desmatada e, em menor proporção, para a limpeza de pastagens.

Constatou-se, portanto, que o uso do fogo se constitui em uma técnica mais barata até mesmo para produtores patronais. Porém, ainda que o uso do fogo diminua quando a produção utiliza sistemas mais intensivos, como a soja nas duas regiões, o fogo continua sendo utilizado por esses produtores de forma híbrida aos maquinários e em situações específicas, sendo influenciada por fatores como distância aos centros urbanos e situação das estradas que ligam os centros urbanos (MORELLO et al., 2018). É interessante notar que as pesquisas de fogo realizadas no Brasil negligenciam esses atores e focam somente nos agricultores tradicionais e familiares, conforme demonstrado por Carmenta et al. (2011). Os resultados mostram que é fundamental aumentar o conhecimento sobre os padrões de uso e manejo do fogo pelos agricultores patronais, já que eles também são parte do problema e das potenciais soluções.

Os resultados mostraram que nas regiões de Santarém e Paragominas, a capoeira foi o tipo de vegetação mais queimado. Esse tipo de vegetação se origina no cultivo agrícola que promove um período de pousio para o crescimento da vegetação secundária, a partir da rotação de áreas. As capoeiras exercem um importante papel no sistema rotacional de uso da terra adotado pela maior parte dos agricultores amazônicos. A queima da biomassa acumulada promove a disponibilidade de nutrientes através das cinzas (KATO et al., 2007). Porém, pesquisas indicam que o tempo de pousio tem se tornado mais curto ao longo do tempo. Isso acontece pelo aumento populacional e das necessidades de geração de alimentos e resulta em um déficit na reciclagem de nutrientes

do solo. O aumento na frequência das queimadas representa uma contínua extração de nutrientes minerais e redução da matéria orgânica do solo (REGO; KATO, 2017). As queimadas cada vez mais frequentes também podem resultar em uma diminuição da capacidade de regeneração da vegetação e da diversidade de espécies. Percebe-se isto quando se observa que a capoeira (primeiro estágio da regeneração florestal) foi a vegetação mais queimada nos anos analisados. Isto aponta que muitas vezes a reutilização das áreas acontece antes que a vegetação consiga atingir estágios maduros de desenvolvimento (Tabela 4) (VASCONCELOS et al., 2017).

Observou-se ainda que o uso de florestas e capoeiras mais antigas foi diminuindo ao longo dos anos desta pesquisa (Tabela 4). Esse resultado reflete a redução de cobertura florestas nas duas regiões e a limitação para desmatar florestas primárias de acordo com a lei brasileira de florestas nativas (NUNES et al., 2016).

Finalmente, os resultados indicaram que a diferença entre os dois tipos de agricultores foi mais importante na região de Santarém em comparação à Paragominas. São muitos os fatores que influenciam no uso do fogo. Em Paragominas, os agricultores vivem predominantemente em assentamentos rurais que estão mais isolados e mais distantes dos centros urbanos. Inclusive, essa distribuição espacial concentrada dos agricultores na paisagem de Paragominas deve ter influenciado o fato de encontrar as menores diferenças significativas nessa região, pois a variação entre as diversas microbacias estudadas acabou sendo muito grande. Em Santarém, os agricultores familiares estão localizados em pequenas comunidades tradicionais em distâncias variadas do centro urbano. Um estudo na região da Transamazônica (Uruará), os agricultores mais propensos a usar fertilizantes, portanto menos propensos a usar fogo, eram aqueles originados do sul/sudeste do Brasil e que tinham acesso a crédito e extensão rural, possuíam propriedades maiores, com menos desmatamento na propriedade original e que estavam mais próximos da cidade (PERZ, 2003). Os estudos de Morello et al. (2018) na mesma região do presente estudo (e com o mesmo banco de dados) mostrou que a distância aos mercados compradores tem um papel importante na adoção da prática agrícola que reduz o uso do fogo.

2. 4. 2 Manejo do fogo pelos agricultores e ações de conscientização

O estudo identificou os principais padrões no manejo de fogo realizado por agricultores nas duas regiões investigadas na Amazônia Oriental. Demonstrou-se que enquanto a maioria dos agricultores construía aceiros e queimava contra o vento, eles

também queimavam predominantemente no período mais quente do dia (entre 12h-15h) e muitos deles queimavam antes das primeiras chuvas na região.

A construção de aceiros é uma das práticas mais difundidas para prevenção do escape do fogo e se tornou uma exigência quando a legislação brasileira legalizou o uso do fogo em práticas agroflorestais e florestais mediante queimada controlada (Decreto nº 2.661/98). Embora o resultado positivo de que a maioria dos agricultores constrói aceiro é importante estar atento para as características dessa prática, as quais não foi possível aprofundar no presente estudo. Os estudos etnográficos de Carmenta et al. (2011), com comunidades da região do Tapajós, identificaram que os agricultores têm dificuldade em cumprir a largura do aceiro exigida pela lei, que é entre dois e seis metros. Além disso, as comunidades têm a percepção de que os aceiros seriam pouco confiáveis e por conta da presumida baixa relação custo-benefício, quando o fazem, investem em aceiros mais estreitos. Em pequenas comunidades agrícolas, muitas vezes os proprietários que investem na prevenção de incêndios arcam com os custos que envolvem esses investimentos, enquanto que os benefícios são percebidos, também, por vizinhos e a sociedade em geral. Os aceiros estão entre esses investimentos intensivos em mão de obra, especialmente se são muito extensos (NEPSTAD; MOREIRA; ALENCAR, 1999).

O custo para confeccionar um aceiro pode ser alto, pois envolve remoção completa de uma faixa de vegetação, com emprego de facões ou tratores de esteiras, e esse investimento de mão de obra e recurso somente faz sentido se o benefício econômico adquirido pela proteção das lavouras, pastos, cercas e madeiras forem maiores que os custos. Apesar disso, essa é uma técnica importante para evitar incêndios, que poderiam facilmente se espalhar por áreas de florestas (NEPSTAD; MOREIRA; ALENCAR, 1999).

O planejamento de prevenção de incêndios também envolve o tempo de confecção dos aceiros. Os agricultores familiares e patronais estudados, na maioria das vezes, constroem aceiros entre um a sete dias antes da queima.

A legislação brasileira não estabelece quantos dias antes de queimar deve-se construir aceiro. Mesmo a Política Nacional de Manejo Integrado do Fogo (BRASIL, 2018) – que está em construção a ser aprovada pelo Senado – estabelece apenas que a confecção deve ser culturalmente adequada, conforme as condições ambientais, topográficas e meteorológicas. Além disso, é estabelecido que o mesmo deve ter no mínimo três metros de largura. Assim, mesmo nos dias atuais, o tempo de confecção dos aceiros, ainda, fica a critério do produtor.

Da mesma forma que a maioria construía aceiros, também observou-se que a maioria queimava contra o vento. Portanto, essas duas exigências por parte da legislação (Decreto 2.661, de 8 de julho de 1998) parecem ser atendidas pelos agricultores (BRASIL, 2012). Nesta lei, a indicação é de que as queimadas devem ser realizadas respeitando-se as condições dos ventos predominantes no momento da operação. Isto significa que a queima deve ser feita evitando condições de fortes ventos que levariam a maior chance de escape do fogo das áreas agrícolas e maior propagação de incêndios nas florestas circundantes.

Além dos impactos negativos sobre as florestas, estudos indicam que em condições de ventos fortes, os nutrientes presentes nas cinzas das vegetações queimadas são facilmente transportados para outras áreas, provocando a perda de nutrientes e o empobrecimento da área queimada, podendo ser perdido até 1,22 kg/ha das cinzas (SAMPAIO et al., 2003). Os ventos fortes normalmente estão associados aos períodos de secas ou ao *El-Niño* e, também, este evento extremo pode se transformar em fatores que facilitam a flamabilidade de grandes áreas de floresta na Amazônia (NEPSTAD; MOREIRA; ALENCAR, 1999). Dessa forma, percebe-se que a legislação brasileira oferece uma liberdade para que a queima seja feita em situações desfavoráveis aos incêndios. Assim, os conhecimentos tradicionais podem ser combinados com os avanços técnicos, conforme preconizado na nova política de manejo integrado do fogo (BRASIL, 2018).

Os resultados mostraram que os agricultores queimaram justamente nos períodos mais quentes do dia, por volta de 12h-15h e que muitos queimaram antes das primeiras chuvas. Essa configuração entra em desacordo com a legislação, que orienta que a queima deve ser feita em horário adequado e definido e que o processo de queima deve ser feito distante dos horários mais quentes do dia a fim de evitar os incêndios descontrolados.

Um estudo feito pelo INPE, na Floresta Nacional do Tapajós, buscou desenvolver procedimentos e técnicas que conduzam as queimadas sem causar danos ambientais não necessários ao ciclo produtivo e, dentre elas, estava planejar queimadas em épocas de chuva para diminuir as probabilidades de escape (SILVA, 2006). Além dos prejuízos ambientais pelo escape do fogo, a queima realizada antes da chuva pode resultar na perda de até 77,8% da massa de cinzas por lixiviação e escoamento superficial que afeta a própria produtividade agrícola (SAMPAIO et al., 2003).

De forma geral, a legislação brasileira aborda diversos aspectos do manejo do fogo, porém existem muitas disparidades entre as regras estabelecidas e as práticas

adotadas pelos agricultores locais (CARMENTA et al., 2013). Estudos etnográficos feitos no estado do Pará, na região do Tapajós (RESEX Tapajós-Arapiuns e PAE Lago Grande) mostraram aspectos determinantes dessa disparidade. Em primeiro lugar, a construção de aceiros como corta-fogo ao redor do local de queima de três a seis metros não condiz com a capacidade local. Essa dificuldade pode ser explicada pelo alto investimento em ferramentas e mão de obra. Além disso, o tamanho dos aceiros comparados ao tamanho das roças cria uma situação inviável (CARMENTA et al., 2013). Agricultores locais também relatam a falta de confiança no modelo de corta-fogo prevista nas leis brasileiras sobre o fogo. Muitos produtores declaram que para evitar o escape do fogo, é necessário considerar, também, as mudanças climáticas, o aumento populacional, a degradação florestal e a responsabilidade dos vizinhos onde está acontecendo a queimada (CARMENTA et al., 2013). Os agricultores têm seus conhecimentos tradicionais próprios que utilizam para realizar uma “boa queima”, de modo a evitar a queima incompleta e o retrabalho na área agrícola. Esse conhecimento envolve a queima nos horários mais quentes do dia, com certa quantidade de vento e ausência de chuvas, todos os parâmetros conflitam com as recomendações oficiais (CARMENTA et al., 2013). Um resultado que chamou atenção no presente estudo foi a baixa participação dos vizinhos no controle do fogo, especialmente para os agricultores familiares. Para os dois grupos de produtores, os residentes na propriedade são as principais fontes de apoio em caso de incidentes. Carmenta et al. (2013) discutem que a pouca comunicação prévia sobre a queima aos vizinhos decorre da baixa previsibilidade dos agricultores sobre quando vai queimar, pois depende bastante de condições meteorológicas imprevisíveis. De qualquer forma, independentemente disso, os resultados de pouca ajuda no combate ao fogo que escapa sugerem que mudanças culturais estejam ocorrendo e podem contribuir para maior propagação do fogo nos últimos anos (ELOY et al., 2020).

Com a incompatibilidade observada entre o manejo realizado pelos agricultores e aquele recomendado por especialistas ou descrito nas leis, em diferentes níveis, era de se esperar uma alta proporção de escape do fogo nas regiões de estudo. Entretanto, não foi isso o que se observou nos resultados. A proporção de escape do fogo declarado entre os agricultores entrevistados foi baixa, com o maior valor registrado para os agricultores familiares de Santarém (cerca de 9%; Tabela 6). Esse resultado pode ser associado a três possíveis explicações: primeiro, as regiões estudadas ainda eram pouco afetadas pelas secas extremas no período avaliado (2000-2009); segundo, a expansão agrícola de monocultivos intensivos, como a soja, pode ter reduzido o uso do fogo; terceiro, os

agricultores podem ter tido receio de revelar possíveis danos resultantes de suas práticas a si próprios ou aos seus vizinhos. Secas severas foram registradas na Amazônia nos anos de 2005, 2010 e 2015 (ARAGÃO et al., 2018), mas em 2015 (posteriormente ao estudo) a região do Tapajós foi particularmente afetada (WITHEY et al., 2018), o que causou um grande aumento dos incêndios florestais naquela região (BERENGUER et al., 2021).

Os resultados relacionados à conscientização, não permitem uma visão otimista sobre a solução para os problemas do fogo na região Amazônica e não há indícios de que o cenário tenha se modificado nos dias atuais. Observou-se que a maioria dos produtores nunca participou de acordos comunitários, que há comunicação insuficiente entre vizinhos, bem como entre os produtores que vão queimar e as instituições designadas para realizar a gestão do fogo são pouco diversas. Um importante fator limitante para adoção das práticas previstas nas leis brasileiras é a burocracia necessária para uma queima legal. Um exemplo disto é o sistema de solicitação de licenças de queima, definida pelo Código Florestal atual (Lei nº. 12.651/2012) (BRASIL, 2012), que além de definir as queimadas controladas em práticas agrícolas, também institui que as mesmas terão que ser autorizadas por órgãos ambientais competentes. Essas exigências tornam, muitas vezes, inviável a obtenção das licenças necessárias, pois muitos não possuem documentos legais de posse da terra ou tem outras limitações para realizar tais trâmites burocráticos, como por exemplo, a participação de pessoal treinado na hora de queimar (CARMENTA et al., 2013; CABRAL; MORAES FILHO; BORGES, 2013).

A falta de treinamento dos agricultores das regiões é um reflexo da falta de um suporte continuado por parte da governança com relação ao manejo da terra e às práticas de controle do fogo. Um dos principais fatores limitantes para que isso aconteça é o volume de recursos financeiros e de mão de obra destinados a esta frente de ação. Outro fator limitante é que, enquanto há muita informação, há uma falta de orientações quanto à implementação das recomendações geradas de forma abundante pela literatura (MORELLO et al., 2018). Na região do Tapajós e de Paragominas, foi implementado, nos anos 2001-2004, pela ONG IPAM, o Projeto Bom Manejo do fogo. Esse projeto visava justamente oferecer alternativas de manejo que fossem viáveis e fizessem sentido aos comunitários locais (CARVALHO et al., 2007). Porém, o projeto foi descontinuado e não há conhecimento de iniciativas semelhantes realizadas posteriormente.

Morello et al. (2018) destacam que a educação e a experiência na produção rural exercem importância na construção de um manejo da terra eficiente. Isso é essencial, pois mesmo sob grandes limitações (e falta de treinamento) os pequenos produtores podem

adotar novos métodos de produção. Porém, essa transição tende a ser lenta. Estudos feitos por esses mesmos autores demonstraram que uma rápida substituição do uso das cinzas como fertilizantes pode ser mal sucedido. As melhorias das práticas agrícolas devem ser flexíveis e dinâmicas, ter um prazo viável de adaptação e reconhecer que os sistemas de produção agrícolas amazônicos são multifacetados e nem sempre passíveis de mecanização.

O conhecimento da realidade local sobre o uso e práticas de manejo agrícola é fundamental para o desenho de estratégias eficientes de prevenção e controle de incêndios florestais. O maior compartilhamento sobre a queima entre a vizinhança aponta para uma formação de rede de apoio entre os produtores. A comunicação do uso do fogo interessa, de forma mais direta, à comunidade, pois os riscos de acidentes geram efeitos diretos na economia e bem estar dos próprios produtores locais. As disparidades entre a legislação e a prática local podem explicar a baixa comunicação aos órgãos públicos sobre a queima. Esse trabalho buscou contribuir para ampliar tal conhecimento, na medida em que se reconhece que as políticas públicas relacionadas ao combate ao fogo têm sido inadequadas e ineficientes. O principal efeito nocivo dessas políticas é criminalizar e vulnerabilizar ainda mais os agricultores tradicionais e familiares que usam o fogo como um meio importante para os seus meios de vida e segurança alimentar (CARMENTA et al., 2018).

2. 5 Conclusão

O estudo mostrou que as técnicas de queimadas ainda continuam sendo usadas de forma intensa na produção agrícola da região e que esse uso não se limitou somente entre os produtores familiares, os agricultores maiores de ambas as regiões ainda optam pela utilização dessa ferramenta.

Os objetivos das queimadas foram diferentes entre os tipos de produtores. Os familiares utilizam mais para preparo da terra enquanto que os patronais queimam mais por motivos não identificados nesta pesquisa e que não envolvem preparo da terra ou limpeza de pasto.

A necessidade da adaptação da lei brasileira quanto às práticas de queimadas locais é emergente, pois muitos produtores não seguem as orientações legais previstas, já que elas podem tornar essa prática inviável. Positivamente, há, atualmente, um projeto

de lei a ser aprovado pelo Senado brasileiro que considera, entre suas exigências um manejo do fogo mais adaptado às realidades específicas de cada região e de cada produtor.

De forma geral, a conscientização por parte dos produtores quanto ao uso do fogo se mostrou deficiente e sem evidências de mudanças nos anos mais recentes. Não somente a legislação atua como um fator limitante em relação à isso, mas também a falta de eficiência na absorção dos conhecimentos disponíveis na literatura pelos produtores regionais. Apesar dos avanços tecnológicos e da difusão dos conhecimentos acerca dos riscos que envolvem as queimadas, especialmente com as mudanças climáticas, essa ferramenta ainda é muito utilizada entre produtores rurais no leste amazônico. Essa realidade evidencia a falta de governança e oferta de alternativas viáveis de produção agrícola para os produtores rurais. Essas alternativas podem não somente tornar possível a aplicação de uma agricultura livre de fogo, em situações socioeconômicas adequadas, como também possibilitar a concretização das práticas do fogo controlado.

CAPÍTULO 3 CONCLUSÃO GERAL

3.1 Resultados-chave, Implicações e Prioridades em Pesquisas Futuras

O estudo sobre o uso e o manejo do fogo em duas regiões localizadas na Amazônia Oriental mostrou que as técnicas de queimadas ainda continuam sendo usadas de forma intensa na produção agrícola da região. Porém, pudemos notar que esse uso não se concentrou somente entre os produtores familiares, que são menores. Apesar de possuírem áreas maiores para produção, os agricultores maiores de ambas as regiões ainda optam pela utilização dessa ferramenta mais para o preparo da terra em comparação com a limpeza de pasto. As duas regiões são áreas agrícolas consolidadas, com menores taxas de desmatamento em comparação a outras regiões amazônicas. Portanto, era esperado que as proporções de uso do fogo fossem relativamente mais baixas. Essa é uma técnica acessível e barata de produção da terra. Além disso, essa prática cultural foi herdada pelos agricultores tradicionais, e incorporada quanto por grandes produtores na região amazônica pela sua praticidade e relação custo-benefício.

As análises demonstraram também que as finalidades do uso do fogo são plurais. Entre os agricultores familiares, a maior utilização estava focada no preparo da terra para plantio das roças. Esse cenário reflete o fato do sistema de roças exigir cada vez mais um tempo menor de pousio da terra devido ao aumento da demanda populacional e da necessidade de crescimento econômico. Os capoeirões e as florestas foram menos queimados indicando que as áreas de florestas primárias estão diminuindo. No contexto dos agricultores patronais, notou-se que ainda que nas regiões estudadas haja um crescimento da agricultura intensiva, em particular a soja, as queimadas ainda eram utilizadas para preparar a terra.

É importante salientar que muitas pesquisas no Brasil relacionadas às queimadas na agricultura estão focadas somente em agricultores familiares e tradicionais, negligenciando os produtores maiores. Nosso estudo aponta que os mesmos possuem um uso expressivo de fogo, mesmo com o crescimento da monocultura e o acesso às tecnologias mais eficiente de manejo da terra. É fundamental conhecer os padrões e razões do uso do fogo entre todos os agentes que se utilizam dessa ferramenta para que se possa atingir um manejo cada vez mais eficiente.

Os padrões de uso do fogo nas duas regiões na maioria das vezes estavam em desarmonia com a legislação brasileira. Uma das práticas mais difundidas entre os produtores era a construção de aceiros para prevenção do escape do fogo. Nesse ponto,

notou-se uma maior conformidade com a lei brasileira para as práticas de fogo controlado. Porém, apesar desse resultado positivo, é necessário salientar que as características dessa prática exigidas pela lei tornavam essa prática inviável muitas vezes, conforme demonstrado por outros estudos. A legislação brasileira frequentemente mostra um desalinhamento com a realidade local. Um reflexo disso é falta de confiança dos próprios produtores nas medidas dos aceiros legais, por isso muitos investiam em aceiros cada vez menores. Não obstante, a confecção desses aceiros tem um alto custo que muitos produtores não podem arcar.

Apesar disso, a legislação brasileira atual não elenca muitos detalhes quanto ao manejo do fogo. Dessa forma, os produtores podem ter maior liberdade para manejar as queimadas de acordo com a sua área e necessidade. Por exemplo, o tempo de construção dos aceiros. Nossos resultados mostraram que a maioria constrói aceiros de um a sete dias antes de queimar. De forma geral, nota-se que a legislação brasileira está evoluindo e, atualmente, há um projeto de lei que objetiva instituir a Política Nacional de Manejo Integrado do Fogo que está mais alinhada com as tradições e a realidade local. Essa lei será mais adaptada às condições locais para uso do fogo. De forma geral, ela orienta que conhecimentos tradicionais sejam integrados às regras impostas na lei e que a queima seja feita em condições ambientais, meteorológicas e topográficas adequadas.

A construção de aceiros é apenas um dos exemplos do manejo que evidencia a falta de concordância entre a lei e a realidade local. O horário da queima e a queima com relação às chuvas são, também, aspectos que, muitas vezes, acabam sendo regidos pelos conhecimentos locais.

Essa incompatibilidade, porém, diferente do esperado, não parece ter resultado em altas proporções de escape do fogo nas regiões de estudo. Apesar das possíveis explicações relacionadas à esses dados, nota-se que o conhecimento local herdado ao longo de muitos anos gerou experiências para que as queimas sejam equilibradas e seguras na medida do possível. Percebe-se isso de forma lógica, pois os produtores locais podem ser os maiores afetados pelas consequências dos grandes incêndios, caso haja alguma fuga. Logo, é de grande interesse que a prática das queimas seja a mais segura possível, tanto para a população, quanto para as produções agrícolas. O grande problema atualmente é que as mudanças climáticas têm tornado o clima mais seco e os incêndios florestais pelo escape das queimadas cada vez mais frequentes.

Em relação à conscientização dos produtores, o cenário observado não foi muito otimista. A maioria dos produtores nunca participou de acordos comunitários e pouco se

comunica com a vizinhança sobre a queima. A comunicação com os órgãos públicos licenciadores é escassa também. A burocracia para obtenção de licenças é um dos fatores que podem explicar essa deficiência. Outro fator é a exigência de participação de pessoal treinado na hora da queima. Os resultados mostraram que quem mais ajuda na hora da queima nas duas regiões e para os dois tipos de agricultores são as pessoas da própria propriedade.

A falta de treinamento também é um reflexo do baixo nível de conscientização quanto ao combate aos incêndios. Esse fator evidencia a falta de um suporte perene da governança com relação ao manejo da terra e controle do fogo em práticas agrícolas. A falta de treinamento também pode ser um reflexo da deficiência do trânsito de informações entre os conhecimentos produzidos na literatura e a transformação desses saberes em conhecimentos práticos, claros e acessíveis aos produtores regionais.

Baseados nos resultados, considerou-se como prioridades para pesquisas futuras um aprofundamento mais detalhado dos fatores socioeconômicos determinantes das práticas de uso e manejo de fogo descritas no presente trabalho. No presente estudo, comparamos as duas categorias de produtor como uma simplificação da realidade que engloba muitas diferenças dentro de cada uma delas. A modelagem matemática aplicando diversas variáveis investigadas no questionário utilizado (origem do produtor, tipo de produção agrícola e renda) para explicar as características e uso e manejo do fogo poderá gerar uma compreensão mais aprofundada das causas subjacentes às decisões de aplicar o fogo como ferramenta de manejo agrícola.

3.2 Considerações Finais

Este trabalho ressaltou a necessidade de um conhecimento detalhado acerca do manejo do fogo em duas regiões distintas da Amazônia, localizadas no estado do Pará, Amazônia Oriental. Apesar dos avanços tecnológicos e da difusão dos conhecimentos acerca dos riscos que envolvem as queimadas e da legislação brasileira que regulamenta o uso do fogo, essa ferramenta ainda é muito utilizada entre produtores rurais no leste amazônico. Essa realidade evidencia a falta de governança na oferta de alternativas viáveis de produção da terra para os produtores rurais. Essas alternativas podem não somente disponibilizar possibilidades de aplicação de uma agricultura livre de fogo, para os atores que tenham meios para provê-la, como também possibilitar a concretização das

práticas do fogo controlado, com respeito às práticas culturais de manejo da terra entre produtores rurais que dela dependem e não podem ser ainda mais vulnerabilizados.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, C. *et al.* Diversifying incomes and losing complexity in Quilombola shifting cultivation communities of the Atlantic Rainforest (Brazil). **Human Ecology: na Interdisciplinary Journal**, v, 41, n. 1, p. 119-137, 2013.
- ALENCAR, A. *et al.* **Uso do fogo na Amazônia**: estudos de caso ao longo do arco de desmatamento. Brasília – DF: IPAM, 1997, 70p.
- ALENCAR, A. C. *et al.* Modeling forest understory fires in na eastern amazonian landscape. **Ecological Applications**, v. 14, n. 4, p. 5139-5149, 2004.
- ALENCAR, A. *et al.* **Desmatamento nos assentamentos da Amazônia**: histórico, tendências e oportunidades. Brasília - DF: IPAM, 2016, 93p.
- ALVES, L. W. R.; CARVALHO, E. J. M.; SILVA, L. G. T. **Diagnóstico agrícola do município de Paragominas, PA**. Belém- PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014, 26p.
- ALVES, R. N. B.; HOMMA, A. K. O. O fogo na agricultura da Amazônia. *In*: ALVES, R. N. B.; MODESTO JÚNIOR, M. de S. (eds. téc.). **Roça sem fogo**: da tradição das queimadas à agricultura sustentável na Amazônia. Brasília, DF: Embrapa Amazônia Oriental, 2020, p.35-40.
- ANDERSON, M. J.; WALSH, D. C. I. Permanova, Anosim, and the Mantel test in the face of heterogeneous dispersions: What null hypothesis are you testing? **Ecological Monographs**, v. 83, n. 4, p. 557–574, 2013.
- ARAGÃO, L. E. O.; SHIMABUKURO, Y. E. The incidence of fire in Amazonian Forests with implications for REDD. **Science**, v. 328, jun., p. 1275-1278, 2010.
- ARAGÃO, L. E. O. *et al.* 21st century drought-related fires counteract the decline of Amazon deforestation carbon emissions. **Nature Communications**, v. 8, n. 536, p. 1-12, 2018.
- BAHUCHET, S.; BETSCH, J. M. L 'agriculture itinérante sur brûlis, une menace sur la forêt tropicale humide? Savoirs et savoir-faire des Amérindiens en Guyane française. **Revue d’Ethnoécologie**, v. 1, p. 1-28, 2012.
- BARLOW, J. *et al.* The critical importance of considering fire in REDD+ programs. **Biological Conservation**, v. 154, p. 1-8, 2012.
- BARLOW, J. *et al.* Anthropogenic disturbance in tropical forests can double biodiversity loss from deforestation. **Nature**, v. 535, p. 144-147, 2016.
- BARLOW, J. *et al.* Clarifying Amazonia’s burning crisis. **Global Change Biol.**, v. 26, n. 2, p. 319-321, 2020.
- BERENGUER, E. *et al.* A large-scale field assessment of carbon stocks in human-modified tropical forests. **Global Change Climatology**, v. 20, p. 3713-3726, 2014

BERENGUER, E. *et al.* Tracking the impacts of El Niño drought and fire in human-modified Amazonian forests. **Proceedings of the National Academy of Sciences – PNAS**, v. 118, n. 30, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1073/pnas.2019377118>. Acesso em: 26 mai. 2022.

BRANDO, P. M. *et al.* Droughts, wildfires and forests carbon cycling: a pantropical synthesis. **Annu. Rev. Earth Planet Sci.**, v. 47, p. 555-581, 2020.

BRASIL. **Decreto nº. 2661, de 8 de julho de 1998.** Regulamenta o parágrafo do art. 27 da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 (código florestal), mediante o estabelecimento de normas de precaução relativas ao emprego do fogo em práticas agropastoris e florestais, e dá outras providências. Brasília: Casa Civil, Presidência da República, 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2661.htm. Acesso em: 26 mai. 2022.

BRASIL. **Lei nº. 4.771, de 15 de setembro de 1965.** Institui o novo Código Florestal. Brasília: Casa Civil, Presidência da República, 1965. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4771.htm. Acesso em: 26 mai. 2022.

BRASIL. **Lei nº. 6.746, de 10 de dezembro de 1979.** Altera o disposto nos arts. 49 e 50 da Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964 (Estatuto da Terra), e dá outras providências. Brasília: Casa Civil, Presidência da República, 1979. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1970-1979/l6746.htm. Acesso em: 25 mai. 2022.

BRASIL. **Lei nº. 8.629, de 25 de fevereiro de 1993.** Dispõe sobre a regulamentação dos dispositivos constitucionais relativos à reforma agrária, previstos no Capítulo III, Título VII, da Constituição Federal. Brasília: Casa Civil, Presidência da República, 1993. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8629.htm. Acesso em: 25 mai. 2022.

BRASIL. **Lei nº. 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília: Casa Civil, Presidência da República, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 12 mai. 2022.

BRASIL. **Projeto de Lei.** Institui a Política Nacional de Manejo Integrado do Fogo. Brasília: Subchefia de assuntos parlamentares, 2018. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/Projetos/PL/2018/msg774-dezembro2018.htm. Acesso em: 12 mai. 2022.

BOWMAN, D. M. S. *et al.* Fire in the earth system. **Science**, v. 324, n. 5926, p. 481-484 apr., 2009.

BUSH, M. B. *et al.* Holocene fire and occupation in Amazonia: records from two lake districts. **Philosophical Transactions of the Royal Society B- Biological Sciences**, v. 362, n. 1478, p. 209-218, 2007.

CABRAL, A. L. A.; MORAES FILHO, L. O.; BORGES, L. A. C. Uso do fogo na agricultura: legislação, impactos ambientais e realidade na Amazônia. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 9, n. 5, p. 159-172, 2013.

CAMMELLI, F. **Smallholders' collective action and fire risk in the Brazilian Amazon**. 2013. 133f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico) – Scuola di Economia e Management, Università Degli Studi Firenze, Firenze.

CARMENTA, R. *et al.* Understanding human-fire interactions in tropical forest regions: a case for interdisciplinary research across the natural and social sciences. **Ecology and Society**, v. 16, n. 1, p. 1-22, 2011.

CARMENTA, R. *et al.* Shifting cultivation and fire policy: insights from the Brazilian Amazon. **Hum. Ecol.**, v. 41, p. 603-614, 2013.

CARMENTA, R.; COUDEL, E.; STEWARD, A. M. Forbidden fire: does criminalising fire hinder conservation efforts in swidden landscapes of the Brazilian Amazon? **The Geographical Journal**, v. 185, n. 1, p. 23-37, mar., 2018.

CARVALHO, E. *et al.* **Técnicas de prevenção de fogo acidental: método bom manejo de fogo para áreas de agricultura familiar**. Belém-Pará: IPAM, 2007, 44p.

CONCEIÇÃO, V. S. S. *et al.* O impacto das queimadas na saúde pública. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 8, p. 59498-59502, ago., 2020.

COOMES, O. T.; TAKASAKI, Y.; RHEMTULLA, J. M. Land-use poverty traps identified in shifting cultivation systems shape long-term tropical forest cover. **PNAS**, v. 108, n. 34, ago., p. 13925-13930, 2011.

COPERTINO, M. *et al.* Desmatamento, fogo e clima estão intimamente conectados na Amazônia. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 71, n. 4, p. 4-5, out./dez., 2019.

CORTNER, O. *et al.* Perceptions of integrated crop-livestock systems for sustainable intensification in the Brazilian Amazon. **Land Use Policy**, v. 82, p. 841-853, 2019.

COUTO, R. C. de S. Saúde e ambiente na Amazônia Brasileira. **Novos Cadernos NAEA**, v. 23, n. 3, p. 167-178, set./dez., 2020.

DURIGAN, M. R. *et al.* Soil organic matter responses to anthropogenic forest disturbance and land use change in the Eastern Brazilian Amazon. **Sustainability**, v. 9, n. 3, p. 1-19, mar., 2017.

ELOY, L. *et al.* Manejo do fogo por povos indígenas e comunidades tradicionais no Brasil. In: CUNHA, M. C. da; MAGALHÃES, S. B.; ADAMS, C. (org.); EMPERAIRE, L. (coord. seção 7). **Povos tradicionais e biodiversidade no Brasil: contribuições dos povos indígenas, quilombolas e comunidades tradicionais para a biodiversidade, política e ameaças**. São Paulo: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência – SBPC, 2021, p. 72-93.

FERREIRA, J. *et al.* Avaliação da sustentabilidade social e ecológica dos usos da terra na Amazônia em múltiplas escalas: Rede Amazônia Sustentável. In: VIEIRA, I. C. G.; TOLEDO, P. M.; SANTOS JUNIOR, R. A. O. (org.) **Ambiente e sociedade na Amazônia: uma abordagem interdisciplinar**. 1 ed. Rio de Janeiro: Garamond, v. 1, 2014, p. 9-489.

GARDNER, T. A. *et al.* A social and ecological assessment of tropical land uses at multiple scales: the Sustainable Amazon Network. **Philosophical Transactions of The Royal Society Biological Sciences**, v. 368, p. 1-11, 2013.

GODAR, J. *et al.* Actor-specific contributions to the deforestation slowdown in the Brazilian Amazon. **Proceedings of the Natural Academy of Sciences of the United States of America – PNAS**, v. 112, n. 23, p. 15591-15596, out., 2014.

HARDESTY, J., MYERS, R.; FULKS, W. Fire, Ecosystems, and People: A Preliminary Assessment of Fire as a Global Conservation Issue. **The George Wright Forum**, v. 22, n. 4, p. 78-87, 2005.

HOMMA, A. K. O. Amazônia: a civilização do fogo. In: MODESTO JUNIOR, M. de S. ALVES, R.N.B. (ed. tec.). **Roça sem fogo: da tradição das queimadas à agricultura sustentável na Amazônia**. Brasília, DF: Embrapa Amazônia Oriental, 2020, p. 11-34.

KATO, O. R. *et al.* Plantio direto na capoeira: uma alternativa com base no manejo de recursos naturais. In: WADT, P. G. S. (ed. téc.). **Sistema de plantio direto e controle de erosão no estado do Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2007, p. 79-111.

KATO, O. R. *et al.* Alternativas ao uso do fogo no prepare de área para o plantio, com base no manejo da Capoeira na Amazônia. In: SEMINÁRIO O FOGO NO MEIO RURAL E A PROTEÇÃO DOS SÍTIOS DO PATRIMÔNIO MUNDIAL NATURAL NO BRASIL: Alternativas, Implicações Socioeconômicas, Preservação da Biodiversidade e Mudanças Climáticas. **Palestras e Artigos**. Brasília: Ibama, UNESCO, 2008. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1067476/1/Fogo.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2022.

KATO, O. R.; KATO, M. do S. A.; SÁ, T. D. de A. Uso de fogo na agricultura familiar na Amazônia. In: HAMMES, V. S. (ed. téc.). **Julgar: percepção do impacto ambiental**. 3 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012, cap. 3, p. 149-152. (Educação Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável, v.4).

LEROY, J. P. Um movimento que marcou época: a Corrente Sindical Lavradores Unidos de Santarém. In: FERNANDES, B. M.; MEDEIROS, L. S. de; PAULILO, M. I. (orgs.). **Lutas camponesas contemporâneas: condições, dilemas e conquistas**, v.1: o campesinato como sujeito político nas décadas de 1950 a 1980. São Paulo: Editora UNESP; Brasília, DF: Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural, 2009, p. 245-263.

MACHADO-SILVA, F. *et al.* Drought and fires the respiratory diseases hospitalizations in the Amazon. **Ecological Indicators**, v. 109, p. 1-13, 2020.

MENDONÇA, M. J. C. de *et al.* The economist cost of the use of fire in the Amazon. **Ecological Economics**, v. 49, p. 89-105, 2004.

MERTZ, O. *et al.* Swidden change in Southeast Asia: understanding causes and consequences. **Human Ecology**, v. 37, n. 3, p. 259-264, 2009.

MISTRY, J.; BIZERRIL, M. Por que é importante entender as inter-relações entre pessoas, fogo e áreas protegidas? **Biodiversidade Brasileira**, ano 1, n. 2, p. 40-49, 2011.

MORELLO, T. F. *et al.* Fertilizer adoption by smallholders in the Brazilian Amazon: farm-level evidence. **Ecological Economics**, v. 144, p. 278-291, 2018.

NASCIMENTO, J. S. M. do. *et al.* Mudanças no uso da terra na Amazônia Ocidental e a resposta do microclima à ocorrência de eventos extremos. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, n. 1, p. 135-145, 2020.

NEPSTAD, D. C. A.; MOREIRA, A. G.; ALENCAR, A. A. **Floresta em chamas: origens, impactos e prevenção de fogo na Amazônia**. Brasília, DF, Brasil: Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil, 1999, 202p.

NEPSTAD, D. *et al.* Road paving, fire regime feedbacks, and the future of Amazon forests. **Forest Ecology and Management**, v. 154, p. 395-407, 2001.

NUNES, S. *et al.* Compensating for past deforestation: assessing the legal forest surplus and deficit of the state of Pará. **Land Use Policy**, v. 57, p. 749-758, 2016.

OKSANEN, J. *et al.* **Vegan**: community ecology package. R Package Version 2.2-1. **Worl. Agro. Cent.**, v. 3, p. 7-81, 2015.

PADOCH, C.; PINEDO-VASQUEZ, M. Saving slash-and-burn to save biodiversity. **Biotropica**, v. 42, n. 5, p. 550-552, 2010.

PARDO, D. W. de A. Direito e sociedade na Amazônia: sobre a proibição legal do uso do fogo em atividades econômicas agropastoris. **Revista Direito GV**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 427-454, jul./dez., 2012.

PERZ, S. G. Social determinants and land use correlates of agricultural technology adoption in a forest frontier: a case study in the Brazilian Amazon. **Human Ecology**, v. 31, n. 1, mar., p.133-165, 2003.

PINTO, A. *et al.* **Diagnóstico socioeconômico e florestal do município de Paragominas**. (Relatório Técnico). Belém/PA: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia - Imazon, 2009. 65 p.

PIVELLO, V. R. The use of fire in the Cerrado and Amazonian Rainforests of Brasil: past and present. **Fire Ecology**, v. 7, n. 1, p. 24-39, 2011.

PYNE, S. J. **Fire**: a brief history. Canadá: weyerhaeuser environmental books, 2001, 224p.

REGO, A. K. C.; CATO, O. R. Agricultura de corte e queima e alternativas agroecológicas na Amazônia. **Novos Cadernos NAEA**, v. 20, n. 3, p. 203-224, set./dez., 2017.

R CORE TEAM. **R**: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria, 2020. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em: 20 mar. 2022.

SÁ, T. D de A. *et al.* Queimar ou não queimar? De como produzir na Amazônia sem queimar. **Revista USP**, São Paulo, n. 72, p. 90-97, dez./fev., 2007.

SAMPAIO, F. A. R. *et al.* Balanço de nutrientes e da fitomassa em um argissolo amarelo sob floresta tropical amazônica após a queima e cultivo com arroz. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 27, p. 1161-1170, 2003.

SILVA, L. A. **Metodologia de bom manejo de fogo dentro de uma unidade de conservação** – Floresta Nacional do Tapajós. 2006. Disponível em: https://queimadas.dgi.inpe.br/~rqueimadas/material3os/manejo_queima_tapajos_leuzabethsilva.pdf. Acesso em: 12 de mai. 2022.

SILVA, A. L. Sociedades caboclas amazônicas: modernidade e invisibilidade. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 11, n. 2, p. 443-446, jul./dez., 2008.

SILVA, C. V. J. *et al.* Drought-induced Amazonian wildfires instigate a decadal-scale disruption of forest carbon dynamics. **Philosophical Transactions B Royal Society**, v. 373, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2018.0043>. Acesso em: 20 fev. 2022.

SILVESTRINI, R. A. *et al.* Simulating fire regimes in the Amazon in response to climate change and deforestation. **Ecological Applications**, v. 21, n. 5, p. 1573-1590, 2011.

SOARES-FILHO, R. *et al.* Forest fragmentation, climate change and understory fire regimes on the Amazonian landscape of the Xingu headwaters. **Landscape Ecol.**, v. 27, p. 585-598, 2012.

SORRENSEN, C. Potential hazards of land policy: conservation, rural development and fire use in the Brazilian Amazon. **Land Use Policy**, v. 26, p. 782-791, 2009.

STEWART, A. M.; LIMA, D. de M. “We also preserve”: Quilombola defense of traditional plant management practices against preservationist bias in Mumbuca, Minas Gerais, Brazil. **Journal of Ethnobiology**, v. 37, n. 1, p. 141-165, 2017.

STEWART, A. M.; ROGNANT, C.; BRITO, S. V. Roça sem fogo: a visão de agricultores e técnicos sobre uma experiência de manejo na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã, Amazonas, Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v. 6, n. 2, p. 71-87, 2016.

VAN VLIET, N. *et al.* Trends, drivers and impacts of changes in swidden cultivation in tropical forest-agriculture frontiers: a global assessment. **Global Environmental Change**, v. 22, n. 2, p. 418-429, 2012.

VAN VLIET, N. *et al.* “Slash and burn and “Shifting cultivation systems in forest agriculture frontiers from the Brazilian Amazon. **Society & Natural Resources: an International Journal**, v. 26, n. 12, p. 1454-1467, 2013.

VASCONCELOS, L. G. T. R. *et al.* Floresta secundária como pousio em sistemas agroflorestais sequenciais na Amazônia. In: CORDEIRO, I. M. C. C., *et al.* (org.). **Nordeste Paraense: panorama geral e uso sustentável das florestas secundárias**. Belém, PA: EDUFRA, 2017. cap. 6, p. 191-208.

WITHEY, K. *et al.* Quantifying immediate carbon emissions from El Niño-mediated wildfires in humid tropical forests. **Phil. Trans. R. Soc. B.**, v. 373, p. 1-11, 2018.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO

Foram utilizados somente os dados dos módulos 1 e 2. No módulo 1, encontram-se as informações gerais do proprietário e sua família, o perfil demográfico e o histórico de aquisição de terras e a documentação de posse. No módulo 2, serão utilizadas as perguntas 2.35 a 2.69. Nesta seção, encontram-se as informações acerca das técnicas de preparação da terra, incluindo uso e manejo do fogo.

(Perguntas gerais - módulo 1)

1. ENTREVISTADO + POSSE DE TERRA

1.01. Qual é o tamanho da sua propriedade agora?

|_|_|_|_|_|_|_| Há

1.02. Qual é o sistema de produção?

(Perguntas referentes ao manejo e uso do fogo – módulo 2)

MANEJO E USO DO FOGO

2.35. Quando foi a última vez que você utilizou fogo em suas práticas agropecuárias?

|_|_|_|_|_|_|_| ou ☐ nunca usou: *pula para 2.42.*

2.36. Faz aceiros? ☐ NÃO ☐ SIM: quantos dias antes de colocar fogo? |_|_|_| dias.

2.37. Queima contra o vento? ☐ SIM ☐ NÃO

2.38. Informa quem antes de queimar? ☐ Vizinhos, ☐ Órgão público (_____),

☐ Outro _____ ☐ Ninguém.

2.39. Põe fogo em qual horário? ☐ Qualquer ☐ Entre ____:____ horas e ____:____ horas

2.40. Você coloca fogo antes ou depois da primeira chuva? ☐ Antes ☐ Depois

2.41. Quem ajuda na hora da queima? ☐ Pessoas da propriedade ☐ Vizinhos

☐ Outros _____

2.42. De 2005 para cá, alguns de seus vizinhos utilizaram fogo? ☐ SIM ☐ NÃO

2.43. Caso sim, para qual finalidade? ☐ Preparo da terra ☐ Limpeza de pasto

☐ Outro _____

2.44. Você participa aqui de algum acordo comunitário para manejo de fogo e combate de incêndios?

☐ NÃO - nunca participou

☐ SIM - participa: *anota os detalhes abaixo*

☐ NÃO - já participou: *anota os detalhes abaixo*

Desde ____/____/____ até ____/____/____ / ☐ atualmente

Quais são/foram as principais regras?

2.45. Você já recebeu algum treinamento sobre manejo de fogo e combate de incêndios?

☐ NÃO ☐ SIM: *responde*

De quem (nome da ONG, órgão público, etc.)

Quando? ____/____/____ até ____/____/____ / ☐ atualmente

Tipo de treinamento? ☐ Palestra(s) [quantas ____] ou ☐ Minicurso (prática) [____/____ dias]

Onde foi o treinamento? ☐ Aqui ou _____

2.46. Desde 2005 você utilizou fogo para o preparo da terra?

☐ NÃO ☐ SIM: *preencher a tabela.*

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Área manejada com fogo (Ha)						
Leira/coivara (SIM ou NÃO)						
Tipo(s) de mata manejada (FLO, CAP, JUQ)						
Mês ou data						
Aceiro (largura em metros)						
Aceiro (pessoas/ dias) (P)ago ou (F)amiliar?	/	/	/	/	/	/

2.47. Desde 2005 escapou fogo durante seu preparo da terra? ☐ SIM ☐ NÃO: *pula para 2.53.*

2.48. Quando foi? |_|_|_|_| Ano (Caso tenha escapado em 2 anos ou mais preencher outra pagina).

2.49. Quem combateu o fogo? ☐ Ninguém ☐ Você ☐ Família ☐ Funcionários
☐ Vizinhos ☐ IBAMA ☐ Corpo de bombeiros ☐ Outro_____.

2.50. Quantas pessoas combateram? |_|_|

Por quantas horas ou dias? _____.

2.53. Você já usou fogo na limpeza do seu pasto? ☐ NÃO ☐ SIM: *preencher a tabela.*

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Área manejada com fogo (Ha)						
Mês ou data						
Aceiro (largura em metros)						
Aceiro (pessoas/ dias)	/	/	/	/	/	/
Pago ou Familiar?						

2.54. Desde 2005 escapou fogo durante seu preparo da terra? ☐ SIM ☐ NÃO: *pula para 2.60.*

2.55. Quando foi? |_|_|_|_| Ano

2.56. Quem combateu o fogo? ☐ Ninguém ☐ Você ☐ Família ☐ Funcionários
☐ Vizinhos ☐ IBAMA ☐ Corpo de bombeiros ☐ Outro_____.

2.57. Quantas pessoas combateram? |_|_| Por quantas horas ou dias? |_|_|