

**Alternativas ao uso do fogo na agricultura como forma de mitigar queimadas na
Amazônia**

Alternatives to the use of fire in agriculture as a way to mitigate burning in the Amazon

**Alternativas al uso del fuego en la agricultura como una forma de mitigar la quema en
la Amazonía**

Recebido: 23/06/2020 | Revisado: 24/06/2020 | Aceito: 26/06/2020 | Publicado: 09/07/2020

Thiago Paixão da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7371-5224>

Universidade do Estado do Pará, Brasil

E-mail: thiagro14@hotmail.com

Altem Nascimento Pontes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9001-4603>

Universidade do Estado do Pará, Brasil

E-mail: altempontes@hotmail.com

Ismael Alves Amorim

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3788-8587>

Universidade do Estado do Pará, Brasil

E-mail: ismaelamorim93@gmail.com

Resumo

Na Amazônia, a maioria dos diferentes tipos de solo é pobre, dessa forma, o pequeno produtor depende da queima da biomassa acumulada (corte e queima) para aumentar as qualidades nutricionais do solo e preparar a área para o cultivo por meio da cinza, que pode, por exemplo, aumentar enormemente a quantidade de potássio, cálcio e magnésio disponíveis no solo. O presente trabalho tem como objetivo apresentar alternativas menos agressivas aos ecossistemas amazônicos no que se refere ao tradicional sistema de corte e queima amplamente utilizado por agricultores de todo o Brasil. Foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o tema nas revistas acadêmicas científicas disponíveis on-line e impressas, reunindo alternativas para o uso do fogo encontrados nas fontes de consulta. As técnicas de preparo do solo sem o uso do fogo buscam principalmente eliminar queimadas descontroladas e recuperar a fertilidade do solo possibilitando assim a continuidade da atividade produtiva

sem grandes riscos e impactos ao ecossistema local. Portanto, o uso de tecnologias e formas de manejo que possam de alguma forma mitigar a incidências de queimadas na Amazônia é primordial para o desenvolvimento sustentável das atividades produtivas desenvolvidas nesse bioma.

Palavras-chave: Meio Ambiente; Corte e Queima; Sustentabilidade.

Abstract

In the Amazon, most different types of soil are poor, so the smallholder depends on burning the accumulated biomass (cutting and burning) to increase the nutritional qualities of the soil and prepare the area for cultivation using ash, which it can, for example, greatly increase the amount of potassium, calcium and magnesium available in the soil. The present work aims to present less aggressive alternatives to Amazonian ecosystems with regard to the traditional slash and burn system widely used by farmers throughout Brazil. A bibliographic review on the topic was carried out in scientific academic journals available online and in print, bringing together alternatives for the use of fire found in the consultation sources. The techniques of preparing the soil without the use of fire seek mainly to eliminate uncontrolled burning and to recover the fertility of the soil thus allowing the continuity of the productive activity without great risks and impacts to the local ecosystem. Therefore, the use of technologies and management methods that can somehow mitigate the incidence of burning in the Amazon is essential for the sustainable development of the productive activities developed in this biome.

Keywords: Environment; Slash and Burning; Sustainability.

Resumen

En la Amazonía, la mayoría de los diferentes tipos de suelo son pobres, por lo que el pequeño agricultor depende de quemar la biomasa acumulada (cortar y quemar) para aumentar las cualidades nutricionales del suelo y preparar el área para el cultivo utilizando cenizas, que puede, por ejemplo, aumentar considerablemente la cantidad de potasio, calcio y magnesio disponible en el suelo. Este trabajo tiene como objetivo presentar alternativas menos agresivas a los ecosistemas amazónicos con respecto al sistema tradicional de corte y quema ampliamente utilizado por los agricultores de todo Brasil. Se realizó una revisión bibliográfica sobre el tema en revistas académicas científicas disponibles en línea e impresas, que reunieron alternativas para el uso del fuego que se encuentran en las fuentes de consulta. Las técnicas de preparación del suelo sin el uso del fuego buscan principalmente eliminar la quema incontrolada y recuperar la fertilidad del suelo permitiendo así la continuidad de la actividad

productiva sin grandes riesgos e impactos para el ecosistema local. Por lo tanto, el uso de tecnologías y métodos de gestión que de alguna manera pueden mitigar la incidencia de incendios en la Amazonía es esencial para el desarrollo sostenible de las actividades productivas desarrolladas en este bioma.

Palabras clave: Medio ambiente; Cortar y quemar; Sustentabilidad.

1. Introdução

A Amazônia possui a maior formação de floresta tropical do mundo, mas esse ecossistema natural foi alterado principalmente por distúrbios antropogênicos como as queimadas desde a década de 1970 (Numata, Silva, Cochrane, & d'Oliveira, 2017). A origem das queimadas no meio rural brasileiro está fortemente relacionada com o uso do fogo como forma de preparo da área de plantio para a agricultura, sendo uma alternativa rápida e econômica para pequenos produtores (CASTRO et al., 2016). Diante dessa problemática é de suma importância buscar alternativas menos agressivas ao meio ambiente e que sejam viáveis ao agricultor de forma a garantir sua produção ao longo do tempo (Rego & Kato, 2018).

De acordo com Antonelli et al. (2018): a Amazônia é a maior fonte de dispersão de diversidades de espécies para outras regiões, configurando-se assim como uma região de grande importância em vários aspectos para o planeta como um todo. Historicamente, o desmatamento na Amazônia está intimamente ligado a expansão da fronteira agrícola e a exploração ilegal de madeira, além de grandes projetos minerometalúrgicos e o crescimento urbano desordenado (Bispo & Pimentel, 2018). Apesar do grande avanço em produção de tecnologias modernas adaptadas para a agricultura na Amazônia Oriental, ainda é um grande desafio implementá-las na realidade do pequeno produtor rural (Homma, 2013).

Conforme é apontado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a agricultura familiar é responsável pela produção de aproximadamente 70% de todo o alimento consumido no mercado interno (Mattos, 2015). Mesmo diante de outros modelos de produção ditos mais modernos, alguns agricultores da Amazônia Oriental continuam a manejar os recursos naturais de forma tradicional visando o melhor aproveitamento dos agroecossistemas, muito embora estas práticas não estejam totalmente isentas do uso de insumos e riscos de incêndios devido a prática do corte e queima (Resque et al. 2019).

A crise ambiental vivenciada no mundo foi agravada pelas ações antrópicas sobre a natureza, cujo modo de produção, impulsionado pelo período da Revolução Industrial, intensificou a exploração dos recursos naturais com o aumento na produção para suprir as demandas da população, o que acarretou os diversos problemas ambientais de ordem planetária (Morais, Siqueira, & Silva, 2020). Algumas práticas tradicionais como é o caso do corte e queima contribuem significativamente para os problemas ambientais, a exemplo: perda da fertilidade do solo, redução da biota do solo, dentre outros. Dessa forma, torna-se necessário minimizar estes problemas, através de alternativas agroecológicas que visem preservar os recursos naturais, mas que sejam produtivas e viáveis do ponto de vista prático (Oliveira et al. 2020).

Rego e Kato (2018) classificam em uma definição mais ampla, a agricultura de corte e queima como um sistema de abertura de clareiras para cultivo em períodos mais curtos que as áreas destinadas ao pousio, sendo para muitos agricultores a única forma de disponibilizarem nutrientes ao solo para posterior implantação da roça. Na Amazônia, a maioria dos diferentes tipos de solo é pobre, dessa forma, o pequeno produtor depende da queima da biomassa acumulada para aumentar as qualidades nutricionais do solo e preparar a área para o cultivo por meio da cinza, que pode, por exemplo, aumentar enormemente a quantidade de potássio, cálcio e magnésio disponíveis nos solo (Pedroso-Junior, Adams, & Murrieta, 2015).

Os incêndios florestais na Amazônia têm provocado grande preocupação e estão associados a várias atividades, como: o desmatamento, a renovação de pastagens e a eliminação de restos culturais (Martins, 2017). No período de estiagem na Amazônia tornou-se comum incêndios florestais ano após ano, resultado do uso do fogo em atividades econômicas agropastoris ou florestais, que se perpetua ao longo do tempo na região. No verão, pequenos, médios e grandes produtores rurais realizam queimadas para limpeza e preparo da terra, com o objetivo de torná-la cultivável (Wilson & Pardo, 2012).

Com a crescente preocupação ambiental, atualmente produzir de forma sustentável tornou-se uma necessidade, tendo em vista os recursos naturais finitos a disposição do homem, todos os meios produtivos que façam uso de tais recursos devem adotar medidas comprovadamente técnicas que amenizem ou eliminem os efeitos nocivos ao meio ambiente e a sociedade (Kessler et al. 2014). A transição para agriculturas mais sustentáveis busca alternativas e mudanças gradativas quanto ao manejo dos agroecossistemas, buscando

tecnologias que sejam eficientes e acessíveis ao produtor rural (Sotratti, Gallo, & Sossae, 2015).

Sistemas alternativos de preparo do solo, como o uso da vegetação em forma de cobertura morta, vêm sendo lentamente incorporados como opção ao uso do tradicional método de corte e queima (Bervald, Kato, & Reichert, 2011). Matos, Martins e Silva (2019) afirmam que as técnicas de preparo do solo sem o uso do fogo buscam principalmente eliminar queimadas descontroladas e recuperar a fertilidade do solo possibilitando assim a continuidade da atividade produtiva sem grandes riscos e impactos ao ecossistema local. Os sistemas agroflorestais também representam uma alternativa tecnológica tanto para reduzir as taxas de desmatamento como também para oferecer uma ampla variedade de produtos e serviços para as comunidades rurais (Cardozo et al., 2015).

O presente trabalho tem como objetivo apresentar alternativas menos agressivas aos ecossistemas amazônicos no que se refere ao tradicional sistema de corte e queima amplamente utilizado por agricultores de todo o Brasil. Também buscou-se identificar a relação entre as queimadas e as práticas agropecuárias na Amazônia e assim expor casos presentes na bibliografia do uso de tecnologias que provocam menor impacto ao meio ambiente e que sejam sustentáveis a médio e longo prazo.

2. Metodologia

Foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o tema nas revistas acadêmicas científicas disponíveis on-line e impressas, reunindo alternativas para o uso do fogo encontrados nas fontes de consulta. Os métodos foram listados e descritos de maneira a levar em consideração a realidade do agricultor a depender de diversos fatores, pois tais fatores são relevantes para a escolha de um método alternativo ao uso do fogo na agricultura familiar.

3. Resultados e Discussão

Sistemas agroflorestais

Os Sistemas Agroflorestais (SAF) desempenham funções ecológicas de restauração de áreas degradadas aliada a produção agrícola e conseqüente melhoria ambiental (Miccolis et al., 2016). É crescente a demanda por alternativas compatíveis com a diversidade dos

ecossistemas locais e com os sistemas culturais que levem em conta as dimensões econômica, ambiental e sociocultural da sustentabilidade (Paludo & Costabeber, 2012). Os mesmos autores ainda afirmam que agricultores familiares de diversas regiões do Brasil tem adotado sistemas agroflorestais buscando-se a interação com os princípios da agroecologia, potencializando a transição de modelos simples, como a prática de corte e queima, para propostas complexas através de estratégias participativas, conforme a realidade local.

Na tentativa de buscar identificar os diferentes tipos de SAF no município de Santa Maria do Pará-PA e suas principais limitações Raiol e Dos Rosa (2013) afirmam que os agricultores familiares geralmente manejam os sistemas agroflorestais com baixo nível tecnológico e que os mesmos seguem as orientações técnicas porém se baseiam em geral nas experiências adquiridas de gerações passadas ao longo do tempo e seguem um calendário agrícola. Os autores ainda relatam que os problemas identificados pelos agricultores familiares na adoção dos SAFs são de cunho técnico-científico e de ordem política e socioeconômica; assim, políticas públicas, baseadas no conhecimento técnico-científico e no saber local, são necessárias para estimular o estabelecimento de SAFs no universo da agricultura familiar, aumentar a produção dos SAFs e favorecer a comercialização dos produtos gerados por esses sistemas na Amazônia.

Iwata et al. (2012) comparou os atributos químicos de SAF's de diferentes idades com uma área de monocultura onde historicamente se utiliza a prática de corte e queima. Os autores explanam que ao contrário da área com monocultura os sistemas agroflorestais promoveram a melhoria dos indicadores químicos do solo seguido do aumento do pH, redução da saturação por alumínio, aumento dos teores de nutrientes e maior estabilidade da qualidade química do solo. Além disso, os SAF's proporcionaram maior incremento de carbono e nitrogênio no solo por conta do alto teor de matéria orgânica disponibilizado pelas diferentes espécies.

Estudando a viabilidade socioeconômica de SAF's em unidades de produção agrícola familiar no município de Nova Timboteua-PA, Francez e Rosa (2014) destacam que a maior parte dos SAFs analisados apresentou receita líquida e renda média mensal positiva e que a produção de alimentos para a família está entre os maiores benefícios dos SAF's, assim como a geração de renda e a diversificação da produção. Rayol e Alvino-Rayol (2019) avaliando a sobrevivência e o crescimento em altura de mudas de espécies arbóreas em diferentes sistemas agroflorestais amazônicos, identificaram que o SAF que teve maiores índices de

desenvolvimento foi aquele cujo o preparo do solo foi feito por corte seletivo da vegetação secundária e manutenção da matéria orgânica para incorporação ao solo, o seja, sem o uso do fogo.

Sousa et al. (2016) avaliaram a mortalidade de mudas de açaí (*Euterpe oleracea*), paricá (*Schizolobium amazonicum*) e cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) em dois SAF's no município de Bragança-PA. Um sistema onde foi utilizada a queima para preparo da área e outro sem queima. Os autores enfatizam que a maior disponibilidade de luz no sistema com queima foi determinante para que houvesse maior sobrevivência de mudas de Paricá neste SAF, porém ocorreu o contrário com as plântulas de açaí e cupuaçu, onde foi registrado menor mortalidade no sistema sem queima, em função da preservação de árvores no sistema e maior diversidade de nutrientes no solo devido a matéria orgânica disponível em forma de cobertura morta.

O paradigma atual da crescente demanda energética e alimentícia em contraponto à iminente necessidade de repensar modelos agrícolas de grande impacto ambiental traz à tónica o desenvolvimento e difusão de modelos produtivos de bases ecológicas. Diante desse cenário, os SAF's emergem como solução viável e apropriada para a Amazônia (Galiardi et al. 2019).

Corte e trituração

Uma outra alternativa ao tradicional sistema de corte-e-queima utilizado na Amazônia é o preparo de área sem uso do fogo, por meio da trituração da vegetação secundária (Paiva et al. 2017). O sistema de corte e trituração surge como uma opção ambientalmente viável na Amazônia, onde tradicionalmente adotou-se o corte e queima como forma de preparo da área para plantio. A técnica consiste basicamente na trituração da biomassa aérea da vegetação de pousio e distribuição deste material sobre o solo, reduzindo as perdas de nutrientes e mantendo o solo protegido (Ramos, 2015).

Em um experimento realizado no município de Igarapé-Açu, nordeste paraense, Falesi et al. (2010) utilizaram o sistema de corte e trituração visando a produção de biomassa e posterior implantação de culturas anuais, o resultado segundo os autores foi uma boa produtividade agrícola, indicando que o método foi eficiente e alternativo ao uso da queima. Rangel-Vasconcelos, Kato e Vasconcelos (2012) avaliando as frações de matéria orgânica do solo em um sistema agroflorestal, afirmam que o sistema de corte e trituração da vegetação

com o enriquecimento de capoeira, aumentou os estoques de matéria orgânica leve livre e melhorou a qualidade do solo.

Trindade, Carvalho e Corrêa (2010) compararam os efeitos do sistema de corte e queima com o sistema de corte e trituração sobre as propriedades físico-hídricas de um solo em área de agricultura familiar no município de Marapanim-PA. Os autores enfatizam que os tratamentos que utilizaram a trituração da capoeira apresentaram indicativos de melhoria da qualidade físico-hídrica do solo em valores numéricos. Souza Júnior et al. (2015) avaliaram o impacto da queima e da trituração da capoeira em comparação ao sistema de corte e queima na concentração de matéria orgânica no solo no município de Igarapé-Açu-PA. De acordo com estes autores, o sistema de corte e trituração demonstrou ser benéfico ao aporte de matéria orgânica e de formas de fósforo, opostamente ao que apresentou o manejo de queima da vegetação em regeneração.

De acordo com Marcolan, Locatelli e Fernandes (2009) o sistema de manejo com corte e trituração da capoeira propicia condições mais favoráveis nos atributos físicos do solo, com menor densidade e menor resistência à penetração, em relação ao manejo com derruba e queima da capoeira. Rousseau et al. (2011) caracterizaram a macrofauna do solo em seis diferentes tipos de uso do solo, dentre estes o corte e queima e corte e trituração, para estes autores a maioria dos grupos de invertebrados responde favoravelmente ao efeito da trituração da capoeira enriquecida, mas a capoeira antiga foi o uso do solo mais apto para a conservação da biodiversidade dos invertebrados do solo. Ainda sobre o estudo, os autores afirmam que a trituração de capoeira enriquecida pode auxiliar na conservação e na restauração da biodiversidade preservando a qualidade do solo e diminuindo a pressão sobre as florestas.

Trindade, Valente e Mourão Júnior (2013) verificaram o efeito de diferentes formas de manejo da capoeira na melhoria das propriedades físicas do solo. Dentre os principais resultados do experimento, os autores destacam que o sistema baseado na trituração da capoeira aliado a complementação através da adubação mineral apresenta maior potencial para a manutenção da qualidade física do solo em relação ao sistema com queima da vegetação secundária no longo prazo e que a disponibilidade de água às plantas no solo sob trituração da capoeira é maior que no solo sob queima da capoeira nas camadas mais próximas à superfície.

Com o objetivo de compreender a importância da tecnologia preconizada pelo projeto de uso de tecnologias alternativas ao corte e queima denominado “Tipitamba” executado pela Embrapa Amazônia Oriental, Sampaio (2009) obteve resultados positivos quanto a transição agroecológica do modelo convencional de preparo do solo para o modelo

sem uso do fogo por parte de agricultores do interior do Pará. Para o autor, os avanços obtidos pelo projeto verificado no estágio atual das pesquisas, voltadas não só para evitar as queimadas, mas para o reflorestamento das áreas trituradas com vista à sustentabilidade dos recursos naturais foram, nitidamente, caracterizados na fala dos agricultores. As tecnologias de corte e trituração da capoeira, de plantio direto e de enriquecimento preconizada pelo Projeto “Tipitamba” são interessantes para os agricultores e são capazes de proporcionar mudanças culturais, sociais e ambientais.

Sistema de plantio direto

O Sistema de Plantio Direto (SPD) é uma tecnologia conservacionista que teve grande desenvolvimento a partir da década de 1990 no Brasil e já se encontra bastante difundida entre os agricultores, dispondo-se, atualmente, de sistemas adaptados a diferentes regiões e aos diferentes níveis tecnológicos (Cruz et al. 2015). No sistema de plantio direto não se tem etapas de preparo da aração e da gradagem. O solo é mantido coberto por plantas em desenvolvimento e resíduos vegetais, que o protegem do impacto direto das gotas de chuva e das erosões hídrica e eólica. O plantio é feito de forma simples, com abertura do sulco de semeadura, semeadura, adubação e, eventualmente, com aplicação de herbicidas. O sistema de plantio direto dispensa o uso do fogo, pois promove a conservação e o enriquecimento do solo com matéria orgânica (Brasil, 2018).

Em relação as vantagens do SPD Camargo, Angelo e Olivette (2016) descrevem que neste sistema o solo está sempre coberto com palha, isso promove uma maior infiltração da água da chuva no solo, havendo um menor escoamento superficial e conseqüentemente menor perda de solo e nutrientes. Os autores também destacam que a palha também serve como isolante térmico, não permitindo grandes variações de temperatura, dessa forma, há o aumento da atividade microbiana do solo, melhorando sua estrutura e permitindo uma maior disponibilização de nutrientes às plantas cultivadas sob esse sistema.

Em se tratando de fertilidade do solo, Campos et al. (2018) avaliaram alguns atributos químicos e físicos de um solo sob plantio direto. Os autores afirmam que, após o experimento recomendam o uso do solo em sistema de plantio direto, uma vez que este manejo apresentou efeitos químicos e físicos similares ao mesmo solo com cobertura vegetal de mata nativa. Aker et al. (2016) verificaram os efeitos de plantas de cobertura sobre a

cultura do milho em sistema de plantio direto na região Sudoeste da Amazônia. Os autores destacam que a apropriada escolha das plantas de cobertura é relevante para o sucesso da produção de milho conduzido sob sistemas de plantio direto na agricultura familiar.

Para Lima et al. (2017) Uma das alternativas para o aumento da sustentabilidade dos cultivos agrícolas é a adoção de sistemas conservacionistas de produção. Dentre aqueles de maior uso, ao longo do tempo, sobretudo para grãos, está o Sistema de Plantio Direto (SPD). Mesmo com resultados positivos do potencial de utilização do SPD em muitas regiões do Brasil, como na Amazônia, ainda não é o sistema mais aplicado nos cultivos, pois há necessidade de desenvolver mais conhecimentos sobre seus benefícios, para alcançar produtividades satisfatórias para que se torne uma realidade na prática (Miranda, Silva, & Carvalho, 2018).

Em relação a eficiência do SPD, Assunção, Bragança e Hemsley (2013) afirmam que cultivos utilizando este sistema produz maiores e mais confiáveis colheitas, com menos insumos (maquinaria, trator combustível, pesticidas, etc.). Outros benefícios apontados pelos mesmos autores é uma redução de até 75% na perda de solo, melhor controle da temperatura do solo, aumento da capacidade de armazenamento de água e melhor retenção de nutrientes pelas plantas. Ainda de acordo com estes autores as práticas do plantio direto são mais facilmente absorvidas pelos agricultores quando os solos de suas propriedades são homogêneos, pois assim eles podem replicar o modelo usado pelos vizinhos.

O SPD têm três pressupostos básicos: não revolvimento do solo, rotação de culturas e cobertura permanente do solo com palha. A falta de cobertura do solo ou cobertura inadequada, por um período prolongado, tem sido um problema apontado para o adequado manejo do solo de lavouras conduzidas com SPD na região tropical do Brasil (Spera et al. 2019). Para estes autores, é necessário manter as rotações de culturas em SPD, e principalmente com culturas que gerem quantidades elevadas de palhada na pós-colheita.

Percebe-se nos últimos anos um expressivo crescimento na adoção das técnicas do SPD, a qual envolve diversos procedimentos integrados que visam otimizar a expressão do potencial genético de produção das culturas com a simultânea melhoria das condições ambientais (Júnior, Camargo, & Wendling, 2011). Os autores enfatizam ainda que, o SPD envolve uma série de vantagens em relação ao manejo convencional do solo, inclusive com uso do fogo, onde se preconiza a utilização de arados e grades, o que acaba por desestruturar o solo, ocasionando sérios problemas.

Sistema integração lavoura-pecuária-floresta

O sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) é um tipo de plantio em que se combina o componente arbóreo, a cultura agrícola e a pastagem com a introdução de animais. O pasto é formado após a colheita da lavoura, o que garante a oferta de alimento para os animais. E se obtém uma renda futura, com a madeira. Isso resulta em retorno econômico a curto, médio e longo prazos (Ferreira & Regis, 2016). Os mesmos autores declaram que o sistema ILPF se apresenta como uma interessante alternativa que visa a diminuição ou total eliminação do uso do fogo, diminuindo assim os riscos de queimadas descontroladas.

No Bioma Amazônia, em termos de ILPF, predominam os sistemas silviagrícolas e silvipastoris. Em diversas propriedades, os sistemas silvipastoris vêm sendo adotados com êxito, com uso das espécies florestais: paricá, eucalipto, teca e mogno africano. Entre as forrageiras destacam-se: braquiarião, quicuí, dentre outros. O componente animal é composto por bovinos e bubalinos para produção de carne e leite (Embrapa, 2014). Balbino, Barcellos e Stone (2011) citam algumas vantagens da adoção do ILPF, tais como: o conforto térmico para o gado devido a melhorias das condições microclimáticas; contribuição para o aumento do componente arbóreo em propriedades rurais; redução da amplitude térmica; aumento da umidade relativa do ar; diminuição da intensidade dos ventos e intensificação da ciclagem de nutrientes.

Em termos práticos, é de suma importância avaliar a eficiência do sistema ILPF quanto taxas de desenvolvimento e crescimento das espécies, sendo assim uma segurança ao agricultor familiar possuir dados técnicos e precisos antes de implantar um novo sistema em sua propriedade. Dessa forma, Silva e Schwartz (2019) avaliaram o desenvolvimento, sobrevivência e crescimento inicial de três espécies florestais: mogno africano, eucalipto *urophylla* e paricá em sistema de ILPF e em monocultivo sobre área degradada em Paragominas-PA. Os autores argumentam que as taxas de mortalidade foram baixas para todas as espécies em ambos os sistemas e que o mogno africano revelou-se a mais promissora para plantio em sistemas de ILPF no Leste da Amazônia.

Sales et al. (2016) avaliaram as propriedades físicas do solo em diferentes anos de cultivo de mogno africano em sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta. Dentre outras observações, os autores destacam a importância da introdução de espécies florestais no sistema e seus benefícios para o solo, no experimento realizado foi constatado que O sistema

ILPF aos dois e quatro anos de cultivo de mogno africano não proporcionou danos na estrutura do solo quando comparado às condições da floresta secundária.

Quanto aos tipos de ILPF sistemas de integração têm sido desenvolvidos em todas as regiões do país, com características específicas quanto às espécies utilizadas, ao arranjo temporal e espacial dos componentes, ao objetivo e à funcionalidade do sistema e, geralmente, estão associados ao sistema plantio direto, potencializando seus benefícios (Almeida et al. 2015). A Embrapa Acre desenvolveu um conjunto de ações que envolveu a capacitação de produtores e implantação de unidades de observação de ILPF na tentativa de instigar a migração do sistema convencional de produção para um modelo sustentável (Oliveira et al. 2012). Para os autores do projeto a estratégia de implantação de unidades de observação e demonstrativas em sistemas iLPF permite à Embrapa divulgar resultados de pesquisa junto a produtores e à rede de assistência técnica e extensão rural, visando ampliar a área plantada com sistemas integrados.

Os sistemas em integração podem ser mais lucrativos por causa da diversificação das atividades econômicas, da redução de custos e dos aumentos de produtividade (Cordeiro et al. 2015). Os mesmos autores argumentam que com a adoção dos sistemas em integração, é possível ampliar o aproveitamento dos fatores de produção e a oferta ambiental das áreas agrícolas entre 90% e 100% do tempo, e que tais sistemas se caracterizam como estratégias eficientes de intensificação sustentável do uso dos solos nas regiões tropicais.

O cenário de degradação dos solos pelos sistemas convencionais de produção induziu o meio científico a buscar sistemas produtivos sustentáveis, para harmonizar o aumento de produtividade vegetal e animal, com a preservação de recursos naturais, sendo assim o ILPF constitui-se como um importante caminho para a sustentabilidade no campo (Balbino et al. 2011). O sistema iLPF está sendo considerado inovador e solução com alto potencial na recuperação de áreas degradadas e, assim, na supressão de desmatamento de novas áreas para o uso na agropecuária, porém seu impacto na qualidade do solo necessita de maiores estudos tornando imprescindível se estabelecer indicadores adequados para detecção das mudanças na qualidade do solo pela transformação de sistemas convencionais de uso do solo como a agricultura de corte e queima em sistemas ILPF (Assis et al. 2015).

4. Considerações Finais

Diante das alternativas apresentadas, é evidente que se faz necessário a adoção de práticas de manejo na agricultura familiar da Amazônia, que sejam viáveis ambientalmente, porém se adequem a realidade do produtor. O uso do fogo para preparo da área de plantio de culturas anuais ou pastagens ainda é amplamente utilizado na Amazônia, sendo inviável do ponto de vista ambiental por conta da emissão de gases poluentes e o grande risco de incêndios florestais. Sabendo-se que existem tecnologias alternativas a prática milenar do corte e queima, é necessário a implementação de políticas públicas por parte do estado que vise informar, conscientizar e capacitar os agricultores a aderirem a estes métodos menos agressivos ao meio ambiente.

A transição de um modelo convencional utilizado historicamente pelos agricultores da Amazônia, pode ser um processo lento que requer o compromisso dos atores envolvidos, principalmente do poder público, em demonstrar por meio de experimentos práticos e resultados concretos que as alternativas ao uso do fogo são sustentáveis a longo prazo e podem sim permitir um retorno econômico e ambiental para o produtor rural.

O uso de tecnologias e formas de manejo que possam de alguma forma mitigar a incidências de queimadas na Amazônia é primordial para o desenvolvimento sustentável das atividades produtivas desenvolvidas nesse bioma. A integração entre as alternativas já existentes e a percepção do agricultor sobre elas e sua posterior adoção, depende dentre outros fatores, da iniciativa por parte do poder público em implementar ações que visem a sustentabilidade na agricultura amazônica.

Referências

- Aker, A. M., Martins, A., Dos, A., Marcolan, A. L., & Santos, F. C. D. O. S. (2016). Plantas de cobertura sobre atributos agronômicos do milho na região sudoeste da Amazônia. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 15(3), 532–543.
- Almeida, R. G. de A., Macedo, M. C. M., Zirnmer, A. H., Kichel, A. N., & Araújo, A. R. de. (2015). Sistemas mistos como alternativa para a intensificação da produção animal em pastagens: integração lavoura-pecuária e lavoura-pecuária- floresta. *Sistemas de produção, intensificação e sustentabilidade da produção animal*, 57–78.

- Antonelli, A., Zizka, A., Carvalho, F. A., Scharn, R., Bacon, C. D., Silvestro, D., & Condamine, F. L. (2018). Amazonia is the primary source of Neotropical biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(23), 6034–6039.
- Assis, P. C. R., Stone, L. F., Medeiros, J. C., Madari, B. E., Oliveira, J. D. M., & Wruck, F. J. (2015). Atributos físicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 19(4), 309–316.
- Assunção, J., Bragança, A., & Hemsley, P. (2013). *High Productivity Agricultural Techniques in Brazil : Adoption Barriers and Potential Solutions*. (October).
- Balbino, L. C., Barcellos, A. de O., & Stone, L. F. (2011). *Marco Referencial: Integração Lavoura-Pecuária-Floresta* (1º ed).
- Balbino, L. C., Cordeiro, L. A. M., Porfírio-da-Silva, V., de Moraes, A., Martínez, G. B., Alvarenga, R. C., ... Galerani, P. R. (2011). Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 46(10), 1–12.
- Bervald, C. M. P., Kato, O. R., & Reichert, J. M. (2011). *Agregados A Seco E Compressibilidade De Latossolo Amarelo Submetido A Preparos Tradicionais E Alternativo Na Amazônia Oriental*. (1), 3–6.
- Bispo, L. G., & Pimentel, G. A. (2018). Agricultura Na Amazônia Legal E Sua Relação Com O Desmatamento: Uma Análise a Partir Dos Censos Demográficos E Agropecuários De 1996 E 2006. *Revista de Administração de Roraima - RARR*, 7(2), 244.
- BRASIL. (2018). Agricultor, conheça alternativas ao uso do fogo nas plantações. Recuperado 22 de setembro de 2019, de Ministério da Agricultura website: <http://legado.brasil.gov.br/noticias/meio-ambiente/2018/08/agricultor-conheca-alternativas-ao-uso-do-fogo-nas-plantacoes>.
- Camargo, F. P. de, Angelo, J. A., & Olivette, M. P. de A. (2016). Expansão do plantio direto nas principais Culturas no estado de São Paulo. *Informações Econômicas*, 46(6), 5–13.

Campos, S. de A., Souza, C. M. de, Galvão, J. C. C., & Neves, J. C. L. (2018). Atributos químicos e físicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico sob plantio direto. *Revista Agrarian*, 11(41), 01–09.

Cardozo, E. G., Muchavisoy, H. M., Silva, H. R., Zelarayán, M. L. C., Leite, M. F. A., Rousseau, G. X., & Gehring, C. (2015). Species richness increases income in agroforestry systems of eastern Amazonia. *Agroforestry Systems*, 89(5), 901–916.

Castro, F. R. de, Bastos, D. M. R. F., Luana, M. M. e S., & Nunes, J. L. S. (2016). Impactos das Queimadas Sobre a Saúde da População Humana na Amazônia Maranhense. *Rev Pesq Saúde*, 17(3), 141–146.

Cordeiro, L. A. M., Vilela, L., Marchão, R. L., Kluthcouski, J., & Júnior, G. B. M. (2015). Integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta : estratégias para intensificação sustentável do uso do solo. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, 32, 15–43.

Cruz, J. C., Alvarenga, R. C., Viana, J. H. M., Filho, I. A. P., Filho, M. R. de A., & Santana, D. P. (2015). Plantio Direto. Recuperado 22 de setembro de 2019, de Embrapa Agência Embrapa de Informação Tecnológica website:
http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_72_59200523355.html.

EMBRAPA. (2014). Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. Recuperado 22 de setembro de 2019, de Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa website:
<https://www.embrapa.br/tema-integracao-lavoura-pecuaria-floresta-ilpf/nota-tecnica>

Falesi, L. A., Filgueras, A. C., Monteiro, E. S., & Menezes, A. J. E. A. DE. (2010). O manejo florestal e o uso da tritura sem queima na agricultura familiar. *Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural*, 1–4.

Ferreira, L., & Regis, J. (2016). ILPF como alternativa para diminuição do uso do fogo. Recuperado 22 de setembro de 2019, de Embrapa Amazônia Ocidental website:
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1058367/1/ILPF.pdf>.

Francez, D. C., & Rosa, L. dos S. (2014). Trabalho E Renda Em Sistemas Agroflorestais Estabelecidos Por Agricultores Familiares Na Amazônia Oriental. *Cadernos CEPEC-UFPA*,

3(11).

Galiardi, M. E. B., Graciano, I., Macedo, R. B., Cavalheiro, D. W., Silva, M. C., & Munhoz, D. R. de S. (2019). Unidades de Referência em Sistemas Agroflorestais na Estação Experimental Agroecológica Terra Livre no Norte Pioneiro do Paraná. *Cadernos de Agroecologia*, 14(1), 2018–2020.

Homma, A. K. O. (2013). Amazônia: os avanços e os desafios da pesquisa agrícola. *Parcerias Estratégicas*, 18(36), 33–54.

Iwata, B. F., Leite, L. F. C., Araújo, A. S. F., Nunes, L. A. P. L., Gehring, C., & Campos, L. P. (2012). Sistemas agroflorestais e seus efeitos sobre os atributos químicos em Argissolo Vermelho-Amarelo do Cerrado piauiense. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 16(7), 730–738.

Júnior, H. B. de M., Camargo, R. de, & Wendling, B. (2011). Sistema De Plantio Direto Na Conservação Do Solo E Água E Recuperação De Áreas Degradadas. *Enciclopédia Biosfera*, 7(12), 1–17.

Kessler, N. S., Piccinin, Y., Rossato, M. V., Dörr, A. C., Freitas, L. A. R. de, & Marin, A. (2014). Práticas Sustentáveis Nas Pequenas Propriedades De Agricultura Familiar: Um Estudo De Caso. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 17(17), 3367–3375.

Lima, C. E. P., Madeira, N. R., Silva, J. da, Fontenelle, M. R., Melo, R. A. C., & Guedes, Í. M. R. (2017). Benefícios da adoção do Sistema de Plantio Direto de Hortaliças. *Embrapa Hortaliças*, (Setembro), 31p.

Marcolan, A. L., Locatelli, M., & Fernandes, S. R. (2009). Atributos químicos e físicos de um Latossolo e rendimento de milho em diferentes sistemas de manejo da capoeira. *Comunicado técnico- Embrapa*, 352, 1–6.

Martins, M. . (2017). Fogo: Visões, Possibilidades E Limites Do Seu Uso Na Agricultura, Nas Unidades De Conservação E Nas Atividades Florestais. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.

- Matos, F. F. de, Martins, P. F. da S., & Silva, L. M. S. (2019). Assimilação De Inovações Técnicas De Cultivo Sem Queima Em Sistema De Produção Familiar Na Periferia Da Amazônia Oriental. *Associação Brasileira De Agroecologia*, 14(1), 33–39.
- MATTOS, L. (2015). Caminhos para a Transição Agroecológica e a Manutenção de Reserva Legal na Agricultura Familiar na Amazônia. *Caminhos para uma Agricultura Familiar sob Bases Ecológicas: Produzindo com Baixa Emissão de Carbono*, 217.
- Miccolis, A., Peneireiro, F. M., Marques, H. R., Vieira, D. L. M., Arco-Verde, Marcelo Francio; Hoffmann, M. R., Rehder, T., & Pereira, A. V. B. (2016). Restauração ecológica com Sistemas Agroflorestais: como conciliar conservação com produção: Opções para Cerrado e Caatinga. In *Urology* (1º ed, Vol. 4).
- Miranda, B. M., Silva, A. R., & Carvalho, E. J. M. (2018). Manejo do solo e monitoramento de resistência à penetração em sistema plantio direto na amazônia. *Seminário Embrapa Amazônia Oriental*, 26–30.
- Morais, L. A. de, Siqueira, E. S., & Silva, R. A. (2020). Gestão e responsabilidade ambiental nas práticas de uma cooperativa de agricultura familiar: a percepção de cooperados. *Research, Society and Development*, 9(6).
- Numata, I., Silva, S. S., Cochrane, M. A., & d'Oliveira, M. V. (2017). Fire and edge effects in a fragmented tropical forest landscape in the southwestern Amazon. *Forest Ecology and Management*, 401, 135–146.
- Oliveira, T. K. de, Luz, S. A. da, Santos, F. C. B. dos, Oliveira, T. C. de, & Lessa, L. S. (2012). Experiências com Implantação de Unidades de Integração LavouraPecuária-Floresta (iLPF) no Acre. *Documentos* 126.
- Oliveira, L. dos S., Pereira, Á. I. S., Sobrinho, O. P. L., Craveiro, S. A., Xavier, R. dos S., & Pereira, A. da G. S. (2020). Práticas agroecológicas em hortas adotadas por agricultores familiares do campo agrícola fomento em Codó, Maranhão. *Research, Society and Development*, 9(6).
- Paiva, R. D. S. R. de, Vasconcelos, S. S., Carvalho, S. J. S. de, Rodrigues, & Kato, O. R. (2017). Estoque De Serapilheira E Carbono No Solo Após Vários Ciclos De Queima Ou

Trituração Da Vegetação Secundária Na Amazônia Oriental. *Seminário de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Oriental*.

Paludo, R., & Costabeber, J. A. (2012). Sistemas agroflorestais como estratégia de desenvolvimento rural em diferentes biomas brasileiros. *Revista Brasileira de Agroecologia Rev. Bras. de Agroecologia*, 7(2), 63–76.

Pedroso-Junior, N. N., Adams, C., & Murrieta, R. S. S. (2015). Slash-and-Burn Agriculture: A System in Transformation. *Current Trends in Human Ecology*, 12–34.

Raiol, C. S., & Dos Rosa, L. S. (2013). Sistemas Agroflorestais na Amazônia Oriental: O caso dos agricultores familiares de Santa Maria do Pará, Brasil. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 8(2), 258–265.

Ramos, C. J. G., Kato, O. R., Azevedo, C. M. B. C. de, & Shimizu, M. K. (2015). Análise Financeira Do Consorcio De Melancia E Mandioca No Sistema De Preparo De Área Com Corte E Trituração. *19º Seminário de Iniciação Científica e 3º Seminário de Pós-graduação da Embrapa Amazônia Oriental*, 2015.

Rangel-Vasconcelos, L. G. T., Kato, O. R., & Vasconcelos, S. S. (2012). Matéria orgânica leve do solo em sistema agroflorestral de corte e trituração sob manejo de capoeira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47(8), 1142–1149.

Rayol, B. P., & Alvino-Rayol, F. de O. (2019). Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em sistemas agroflorestais no Baixo Amazonas, Pará, Brasil. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 18(1), 59–64.

Rego, A. K. C., & Kato, O. R. (2018). Agricultura de corte e queima e alternativas agroecológicas na Amazônia. *Novos Cadernos NAEA*, 20(3), 203–224.

Resque, A. G. L., Coudel, E., Piketty, M. G., Cialdella, N., Sá, T., Piraux, M., ... Le Page, C. (2019). Agrobiodiversity and public food procurement programs in Brazil: Influence of local stakeholders in configuring green mediated markets. *Sustainability (Switzerland)*, 11(5).

Rousseau, G. X., Silva, Kato, O. R., & Carvalho, C. J. R. (2011). O Enriquecimento E a Trituração Da Capoeira Promovem a Conservação Da Biodiversidade Do Solo No Mosaico

Da Agricultura Familiar Na Amazônia Oriental. *Congresso brasileiro de sistemas agroflorestais*.

Sales, A., Silva, A. R., Alberto, C., Veloso, C., & Carvalho, J. M. (2016). Avaliação das propriedades físicas do solo em diferentes anos de cultivo de mogno africano em sistema de integração Lavoura-Pecuária- Floresta. *II Encontro Regional de Ciência do Solo na Amazônia Oriental*, (1), 1–4.

Sampaio, C. A. (2009). Sistemas agroflorestais sequenciais sustentáveis em agroecossistemas da amazônia: uma análise da trituração da capoeira como mudanças de práticas de derruba e queima para o não uso do fogo. *Revista Movendo Ideias*, 14(1).

Silva, A. R., & Schwartz, G. (2019). Sobrevivência E Crescimento Inicial De Espécies Florestais Em Sistema De Integração Lavoura-Pecuária-Floresta No Leste Da Amazônia. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 12(1), 45.

Sotratti, M. A., Gallo, Z., & Sossae, F. C. (2015). Agricultura Familiar E Práticas Sustentáveis De Agricultura Em Um Lote do Assentamento Monte Alegre - Araraquara-SP. *Retratos de Assentamentos*, 18, 321–339.

SOUSA, L. A. S. de, SILVA, M. F. F. da, JARDIM, M. A. G., & SOUSA, A. C. de. (2016). Mortalidade de Paricá, Açaí e Cupuaçu em sistemas agroflorestais implantados em área de floresta secundária. *Cadernos de Agroecologia*, 10(3), 3–8.

Souza Júnior, J. C. de, Braga, A. C. M., Dos Santos, C. R. C., Da Silva Júnior, M. L., Silva, G. R., & De Melo, V. S. (2015). O manejo com a trituração da vegetação favorece o incremento de matéria orgânica e as formas de fósforo no solo. *Scientia Plena*, 11(9), 10–16.

Spera, S. T., Magalhães, C. A. de S., Denardin, J. E., Tardin, F. D., Matos, E. da S., & Souza, L. H. C. de. (2019). Produção de grãos e de palhada em diferentes rotações de culturas manejadas com sistema plantio direto. *Embrapa Agrossilvipastoril*.

Trindade, E F da S, Carvalho, E. J. M., & Corrêa, P. C. S. (2010). Comportamento físico-hídrico de um argissolo amarelo distrófico sob diferentes sistemas de manejo no nordeste paraense. *Amazônia: Ciência & Desenvolvimento*, 5(10), 103–114.

Trindade, Elineuza Faria da Silva, Valente, M. A., & Mourão Júnior, M. (2013). Propriedades Físicas Do Solo Sob Diferentes Sistemas De Manejo Da Capoeira No Nordeste Paraense. *Revista Agroecossistemas*, 4(1), 50.

Wilson, D., & Pardo, D. A. (2012). *Direito E Sociedade Na Amazônia : Sobre a Proibição Legal Do Uso Do Fogo*. 8(2), 427–454.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Thiago Paixão da Silva – 50%

Altem Nascimento Pontes – 40%

Ismael Alves Amorim – 10%