

---

## Impactos ambientais sobre a biodiversidade do solo decorrentes do uso do fogo: agroecologia e técnicas de produção sustentáveis

Ediane Lima da Silva, Euliene Pereira Henrique, João Sávio Monção Figueiredo, Silvia Aline Bérghamo Xavier, Marina Pereira Ribeiro Sardinha, Maurício Novaes Souza

<http://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-04-6.c7>

### Resumo

O uso do fogo na agricultura é uma prática utilizada para a produção de alimentos, perpetuada no decorrer do tempo: gera grandes impactos à biodiversidade do solo, podendo induzir processos de degradação, tais como erosão e desertificação. Apesar do surgimento de novas técnicas de cultivo alternativos ao sistema de derrubada/queimada, na Amazônia há uma resistência muito forte pelos agricultores familiares à adoção destas. Neste sentido, o presente trabalho objetivou realizar uma pesquisa bibliográfica sobre os principais impactos do uso do fogo na agricultura, a fim de compreender as suas consequências, bem como destacar a utilização de técnicas alternativas que visem a conservação da biodiversidade do solo. Constatou-se que a oposição por parte dos agricultores na Amazônia em aderir novos métodos se pautam em diversos fatores, tais como: inacessibilidades às tecnologias, dificuldades geográficas e falta de assistência técnica. Apesar destes entraves, observa-se que algumas técnicas vêm sendo difundidas na Amazônia, tais como os sistemas agroflorestais (SAF), Roça sem Queima, Plantio Direto, adubação verde e trituração de capoeira. É necessário atentar-se para a criação de métodos de abordagens voltados para a realidade de cada local, a partir de uma visão holística, destacando para os agricultores a viabilidade econômica destas novas metodologias de produção, comparando-as com o sistema de derrubada/queimada.

**Palavras-chave:** Bioma Amazônia. Uso do fogo. Metodologias de cultivo sustentáveis. Viabilidade econômica.

### 1. Introdução

A agricultura de subsistência na Amazônia, assim como em outras diversas localidades do país, é caracterizada pelo uso do fogo: pode se tratar de um ato criminoso ou ser utilizado como técnica de preparo e limpeza das áreas de cultivo. Tal técnica é milenar, perpassando-se pelas gerações - acredita-se

contribuir para a melhoria da produção de alimentos, por deixar o solo mais “fértil e saudável”. Entretanto, estudos apontam ser ilusória tal afirmação, uma vez que após a queima das áreas, os nutrientes ficam voláteis ou no formato de cinza (cálcio, fósforo, magnésio, nitrogênio, potássio, entre outros), proporcionando um primeiro ciclo produtivo; porém, são dispersados pela ação do vento e da chuva no decorrer do tempo, contrastando com os demais ciclos nos quais torna-se praticamente impossível produzir.

Neste modelo de produção, o agricultor opta por abandonar a área agricultada e passa a cultivar em outro local, onde realiza o mesmo processo de preparo da área, tornando a atividade um ciclo vicioso. Como resultado, uma quantidade grande de áreas queimadas e, posteriormente, degradadas e abandonadas, gerando inúmeros impactos para a biodiversidade do solo. Cabe ressaltar que a queima da vegetação, frequentemente, proporciona a remoção da camada superficial do solo, que com o desflorestamento e ao se encontrar descoberto, fica totalmente vulnerável aos diversos aspectos ambientais que induzem processos degradativos: impactos da gota da chuva, lixiviação, erosão e desertificação - causam perdas significativas de nutrientes e da macro e microbiota do solo.

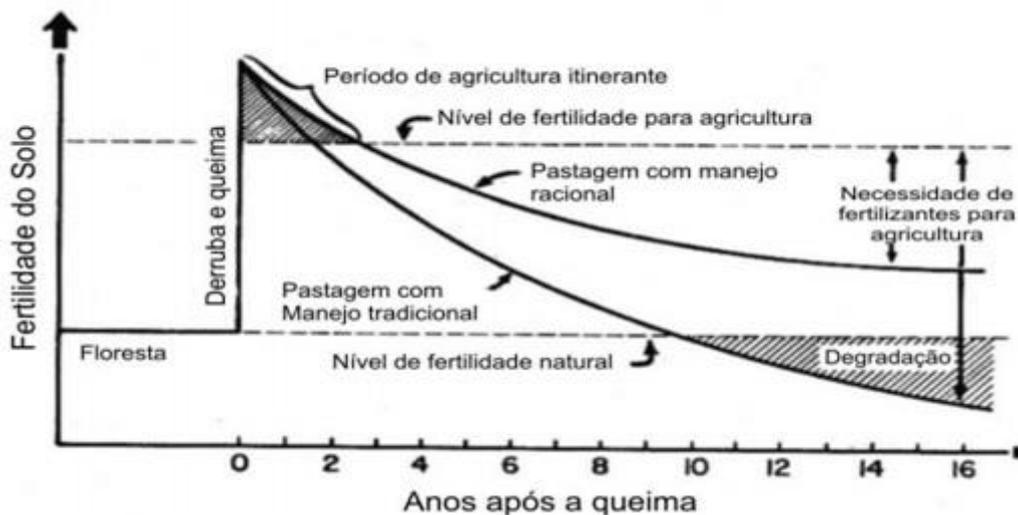
Esse fato pode ser confirmado, por exemplo, nos processos de retirada de madeira sem o devido manejo ou ausência de práticas conservacionistas nos plantios agrícolas subsequentes. Por esse motivo, a devastação decorrente da exploração extrativa de madeira das matas brasileiras de forma predatória, caracterizada pelo nível reduzido de investimento e pela utilização de tecnologia rudimentar, como aquelas praticadas na agricultura de subsistência, vem ocasionando a extinção de espécies florestais de conhecido valor comercial e, principalmente, ecológico (MELO; DURIGAN, 2010; SOUZA, 2018; ANDRADE et al., 2020).

Em decorrência desse fato, de acordo com Lescure et al. (1997), sem que seja considerada a frequência de regeneração para cada espécie, ocorre o comprometimento do seu potencial genético, principalmente pelo fato de que nenhum exemplar adulto é conservado na área em questão. Esse desmatamento descontrolado, seguido de práticas agrícolas que têm como atividade o uso do fogo, tem provocado a ocorrência de inúmeras áreas

degradadas e até mesmo, ecossistemas inteiros, principalmente em solos relativamente pobres (Figura 1).

É importante ressaltar, que em áreas florestais localizadas em clima temperado, a maior parte dos nutrientes do sistema está contida no solo. Nas florestas de clima tropical, como a Floresta Amazônica, parcela significativa da matéria orgânica e dos nutrientes permanece na biomassa vegetal (mais de três quartos de carbono). Ou seja, é o maior reservatório de nutrientes do ecossistema, sendo reciclada nessa estrutura orgânica, com o auxílio de várias adaptações biológicas que conservam os nutrientes, inclusive simbiose mutualística entre organismos e plantas (ODUM, 1988; SOUZA, 2018).

Dessa forma, caso ocorram situações de estresses, como o uso de fogo ou práticas que revolvam demasiadamente o solo, nas plantações florestais tropicais, a depleção de nutrientes causada pela exploração florestal, será muito mais drástica que naquelas de regiões temperadas (BARROS; NOVAIS, 1990).



**Figura 1.** Alterações da fertilidade de um solo relativamente pobre, originalmente revestido de floresta, em consequência da derrubada-queimada e posterior utilização com agricultura itinerante ou formação de pastagem com manejo tradicional. Fonte: Lamprecht (1990).

Apesar de comprovados os impactos do uso do fogo na agricultura, é encontrado na Amazônia uma forte resistência por parte dos agricultores em substituir esse modelo de produção, utilizado *intergeracionalmente*.

Compreender que é possível cultivar sem utilizar em seu manejo o fogo é desconsiderado pela maioria destes atores. Assim, desconhecem a existência de outras técnicas que visam a conservação e preservação das características do solo, tais como os SAF (Sistemas Agroflorestais), a agricultura orgânica, as técnicas de cultivos agroecológicos e as roças tradicionais em sistema de plantio direto (SPD).

Desta maneira, há a necessidade de se pensar em estratégias que introduzam técnicas sustentáveis de produção para os agricultores, bem como aqueles que praticam extração florestal de forma não sustentável, como os garimpeiros e as madeireiras.

Neste contexto, o presente trabalho objetivou realizar uma pesquisa bibliográfica sobre os principais impactos no solo decorrentes do uso do fogo na agricultura, com foco na região amazônica, a fim de compreender as consequências desta prática para o meio ambiente. Também, destacar a utilização de técnicas alternativas a este modelo de produção, por meio de sistemas que visem a conservação da biodiversidade do solo e do agroecossistema.

## **2. Os impactos do uso do fogo na agricultura**

Dentre todas as atividades que envolvem a agricultura, a técnica de cultivo derrubada/queimada é uma das práticas culturais mais utilizadas e que vem resistindo com o decorrer do tempo: por ser uma forma de cultivo barata de preparo da terra que dispensa a utilização de maquinários. Apesar de séculos após a domesticação do fogo, ainda é a principal ferramenta utilizada nos cultivos agrícolas em todas as regiões do Brasil (REGO; KATO, 2017).

Steward; Rognant; Brito (2016), abordam que esta técnica de cultivo migratória, geralmente se inicia com o desmatamento de pequenas áreas de floresta primária ou secundária. Posteriormente, ocorre a queima deste material derrubado (biomassa) que serve para enriquecer o solo com nutrientes (nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio, dentre outros) e facilitar o cultivo, principalmente na fase inicial do plantio (Figura 2). Assim, após esta etapa, frequentemente, é aplicada uma segunda queima, agora a chamada “coivara”. Essa prática é importante por possibilitar a maximização do plantio e pela criação, por intermédio da concentração das cinzas, de pequenos pontos ricos

em nutrientes. Entretanto, de acordo com Silva; Pontes; Amorim (2020), o aumento de N pode ser limitado por ser assimilado pelas plantas e pelos microrganismos do solo. Nestes territórios são plantadas espécies tais como banana, milho, cará e jerimum.



**Figura 2.** Área roçada e queimada no estado do Pará. Fonte: Amazônia Real (2021).

De acordo com Rego; Kato (2017) as queimadas resultam em impactos negativos que abrangem escalas ambientais, econômicas e sociais; reduzem a produtividade agrícola; diminuem a fertilidade do solo; eliminam os microrganismos e os minerais existentes no solo; ocasionam a perda da capacidade do solo em reservar água, intensificando os processos de degradação como erosão e desertificação; compromete a biodiversidade do solo e sua resiliência; reduzem o estoque de carbono agravando o efeito estufa. Ainda, acarretam diversos problemas para a saúde humana, como a intoxicação por inalação de fumaça, o que pode levar à morte por asfixia, propiciando o agravamento de doenças respiratórias e problemas gastrointestinais, impactando diretamente a economia.

O fogo destrói a vida microbiana do solo, animais e insetos, alterando o equilíbrio do meio ambiente. De acordo com Silva; Pontes; Amorim (2020), existe espécies de fungos que são adaptadas, desenvolvendo-se bem após as queimas; contudo, existem aquelas que são suscetíveis ao fogo: com a queima da biomassa do solo e a elevação da temperatura, ocasiona a morte dos microrganismos.

Os microrganismos do solo e a serapilheira têm papel importante no ecossistema, como a transferência de carbono do ecossistema para atmosfera por meio da decomposição da matéria orgânica; porém, são suscetíveis às mudanças associadas ao clima, como umidade, temperatura e quantidade de matéria orgânica. De acordo com esses mesmos autores, o processo de combustão libera compostos tóxicos, como policloradas dibeno-p-dioxinas (PCDDs) dibenzofuranos (PCDFs) e hidrocarbonetos aromáticos polinucleares (PAHs) - são liberados e distribuídos no solo, causando efeitos drásticos na biota. As cinzas aumentam o pH do solo - favorece o crescimento de bactérias e promove o declínio dos fungos.

Desta maneira, como alternativa ao uso do fogo na agricultura, a EMBRAPA e diversas Instituições de pesquisas, vêm pesquisando e desenvolvendo sistemas de produção sustentáveis, que não carecem do fogo para limpeza ou manutenção. Entre essas tecnologias, destacam-se os sistemas agroflorestais (SAF), o sistema plantio direto (SPD) e a roça sem fogo (SÁ et al., 2007; REGO; KATO 2017).

O fato é que os prejuízos das queimadas são incontestáveis. Contudo, de acordo com a Amazônia Real (2021), ao considerar a realidade do pequeno produtor, é preciso questionar se ele tem condições de substituir o processo de corte e queima. Segundo pesquisa da Rede Amazônia Sustentável (RAS), na qual foram entrevistados 576 pequenos produtores, 56% afirmaram não ter condições financeiras e técnicas para praticar uma agricultura livre do fogo. Por outro lado, os donos de propriedades com mais de 500 ha, optam por uma agricultura livre de queimadas, via mecanização.

## 2.1. Parâmetros legais

A Legislação Brasileira vem se aprimorando ao longo do tempo: permite a queima mediante a autorização dos órgãos responsáveis. Mesmo com a legislação, a falta de fiscalização permite a destruição da biodiversidade pelos incêndios florestais (CABRAL et al., 2013).

A lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965, e o Decreto nº 2.661, de 8 de julho de 1998, proíbem a utilização do fogo nas vegetações ciliares e em áreas de preservação permanente (APP), com exceção na sua utilização na limpeza de pastagens, por exemplo, com a autorização do poder público (BRASIL, 1998). Essa lei permite a utilização do fogo em queimas controladas, como em pastagens.

De acordo com IBAMA (2017) é considerado queima controlada o emprego do fogo como fator de produção e manejo em atividades florestais e agropastoris, como consta no Decreto 2.661/1998; cada estado tem legislações específicas. O fogo pode ser utilizado para finalidade de pesquisa científica e tecnológica em áreas com limites físicos, e que sejam previamente definidos. É permitido, também, nas práticas de prevenção e combate aos incêndios ou para agricultura familiar de subsistência de povos tradicionais e indígenas. O Decreto nº 10.735, de 28 de junho de 2021, suspende o uso de fogo em práticas agropastoris e florestais em todo o Brasil pelo prazo de 120 dias, nos mesmos termos do ano de 2020 (BRASIL, 2021).

O emprego de fogo em práticas agropastoril e florestal é disciplinado no Código Florestal, artigo 38, inciso I e Decreto Federal nº 2.661/1998, ou seja, para que a prática seja permitida ela deve seguir regras pré-estabelecidas, bem como ser autorizada face aos riscos ambientais de tal prática.

Ressalta-se que a suspensão temporária para o ano de 2021 não se aplicou em alguns casos, conforme exposto no artigo 1º, parágrafo único do Decreto nº 10.735/2021, tais como:

- ✓ Práticas de prevenção e combate a incêndios realizadas ou supervisionadas pelas instituições públicas responsáveis pela prevenção e pelo combate aos incêndios florestais no país;
- ✓ Práticas agrícolas de subsistência executadas pelas populações tradicionais e indígenas;

- ✓ Controle fitossanitário, desde que autorizado pelo órgão ambiental competente.

Por fim, restam liberadas as queimas controladas, desde que sejam realizadas em áreas não localizadas nos biomas da Amazônia e Pantanal (Artigo 1º, inciso V), bem como sejam imprescindíveis à realização de práticas agrícolas e previamente autorizadas pelo órgão ambiental estadual ou distrital (Artigo 1º, inciso V, alínea a e b).

A medida aplicada ao ano de 2021 reforça o papel da União, munida do auxílio dos Estados e Municípios, no combate e controle aos incêndios ocasionados em todo território nacional.

Como foi publicado por Modelli (2021) no jornal G1, em julho de 2021, mesmo com decreto de proibição de queimada, a Amazônia registrou 4.977 focos de queimadas no mês de julho. Os dados podem ser acompanhados pelo site do INPE:

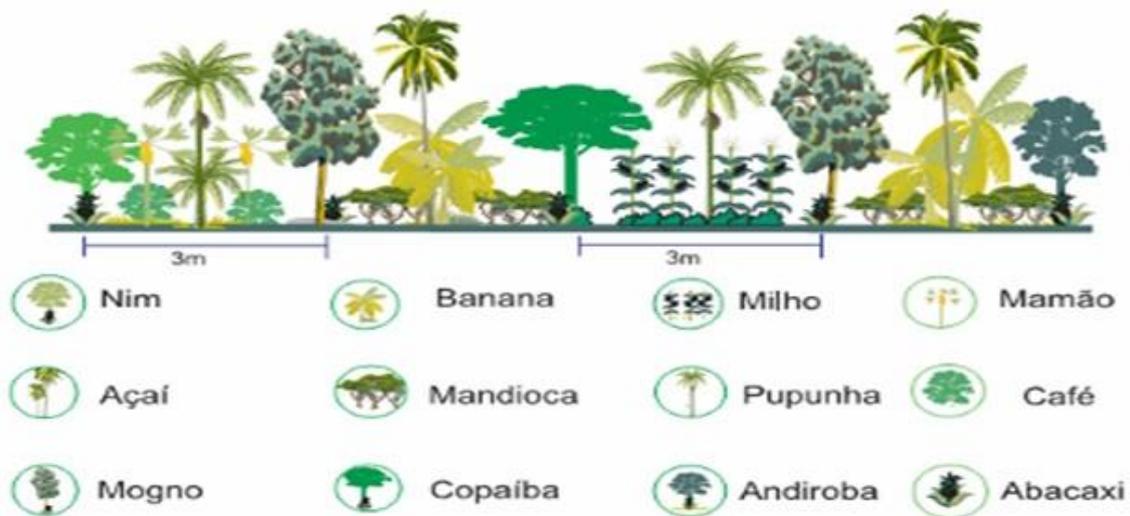
<https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal>.

## **2.2. Técnicas de produção sustentáveis alternativas ao uso do fogo na agricultura**

### **2.2.1. Sistemas agroflorestais (SAF)**

De acordo com o Portal Embrapa (2020), os SAF são sistemas produtivos econômico, sustentável e sociocultural, baseados na sucessão ecológica; ou seja, pensados de acordo com a dinâmica dos ecossistemas naturais, em que árvores exóticas ou nativas são consorciadas com culturas agrícolas, trepadeiras, forrageiras, arbustivas, de acordo com um arranjo espacial e temporal pré-estabelecido: estes sistemas são caracterizados pela alta diversidade de espécies e interações entre elas.

Os SAF possuem grande semelhança com os ecossistemas naturais, apresentando biodiversidade elevada, complexa estrutura e grande acúmulo de biomassa (Figura 3).



**Figura 3.** Exemplificação de esquema de Sistemas Agroflorestal. Fonte: EMBRAPA (2020).

Exploram a relação ecológica entre plantas e animais, preservam o solo por meio da ciclagem de nutrientes e combatem a erosão, aproveitam melhor a radiação solar e não necessitam de adubos químicos (ABDO; VALERI; MARTINS, 2008; VIEIRA et al., 2015). Também, promovem a melhoria dos indicadores químicos do solo em decorrência do aumento do pH, reduz a saturação por alumínio, aumenta os teores de nutrientes e melhora a estabilidade da qualidade química do solo, aumenta o incremento de carbono e nitrogênio: tudo isso proveniente da grande quantidade de espécies que disponibilizam para o solo alto teor de matéria orgânica (SILVA; PONTES; AMORIM, 2020).

Os SAF, assim como as queimadas, tem um baixo custo de manejo: tem como princípio a experiência que vem sendo passada ao longo das gerações. De acordo com Silva; Pontes; Amorim (2020), as dificuldades de implementação dos SAF são de cunho técnico-científico e de ordem política e socioeconômica. Uma das alternativas para sua execução são políticas públicas que tenham como base o saber técnico-científico, com base sociocultural local, estimulando a sua implementação e, assim, favoreçam a comercialização desses produtos (Figura 4).



**Figura 4.** Café com seringueira: Projeto Biomas, Sooretama, ES. Fonte: INCAPER (2019).

A agrofloresta é definida como o conjunto de técnicas, princípios e conhecimentos agroecológicos que viabilizam a produção de alimentos em conjunto à regeneração natural de florestas. É também conhecida como agricultura sintrópica e, seus objetivo e dinâmica, estão muito ligados à permacultura. É um tipo de plantio sustentável feito a partir de culturas consorciadas, que trazem benefícios mútuos e aumentam o rendimento da cultura, de forma integralizada. Dessa forma, é possível possuir uma produção constante, que rende colheitas constantes e mais seguras. Além de todos esses benefícios, a agrofloresta é ecológica e sustentável, contribuindo para o equilíbrio do ecossistema e nutrição dos solos (SOUZA et al., 2020).

### **2.2.2. O Sistema Plantio Direto (SPD)**

O Sistema Plantio Direto (SPD) é caracterizado por ser uma técnica agrícola sustentável e reconhecida em todo mundo (SILVA; PONTES; AMORIM, 2020). Desde o início de sua utilização no Brasil, em 1990, contribuiu para a diminuição de diversos danos ao solo e para a emissão de gases poluentes no ambiente. Além disso, esse sistema colabora diretamente para a manutenção da qualidade do solo, possibilitando condições ideais para o desenvolvimento das próximas culturas que virão a ser cultivadas nas áreas em que são utilizadas estas práticas (Figura 5). Contribui, ainda, para conservar a saúde, fertilidade do

solo e diminuir os impactos da gota da chuva no solo, erosões e perdas de nutrientes por influência eólica (MOTTER et al., 2015).



**Figura 5.** Cultivo da mandioca em sistema de Plantio Direto. Fonte: Silva; Pontes; Amorim (2020).

O SPD preconiza que não se realize as etapas de preparo do solo, como aração e gradagem. O solo é mantido coberto pela matéria orgânica seca de origem das próprias plantas que estavam na área cultivada anteriormente à cultura de interesse. Esse sistema segue três pressupostos básicos: o não revolvimento do solo, a rotação de culturas e a cobertura permanente do solo com palha (SILVA; PONTES; AMORIM, 2020). A plantação de mandioca é um exemplo de cultura adaptada ao plantio direto: confere estabilidade produtiva e conservação ambiental. De acordo com esses mesmos autores, a região centro-sul concentra 80% da produção brasileira de fécula de mandioca, o amido extraído da raiz.

### **2.2.3. Roça sem fogo**

Modesto Junior; Alves (2016) enunciaram que o sistema de roça sem fogo (Figura 6), incide no preparo de área sem utilização do fogo: corte da vegetação de capoeira de até 10 anos de idade próximo ao solo, com o uso de ferramentas manuais. Logo após, realiza-se um inventário das espécies de valor econômico

encontradas na área, tais como fruteiras e essências florestais, visando a preservação e, ou, conservação no roçado, e posterior retirada do material lenhoso, realizando o picotamento/corte da copa das árvores, mantendo-as na superfície do solo e fazendo o aceiro.



**Figura 6.** Roça de mandioca sem fogo. Fonte: Modesto Junior; Alves (2016).

Terminadas estas etapas iniciais, conclui-se com o plantio da mandioca ou espécies perenes. As principais vantagens destes sistemas são: a redução da erosão pela manutenção da matéria orgânica no solo; a liberação gradual de macro e micronutrientes; a melhoria da estrutura física do solo; a promoção da maior retenção de água no solo; e o aumento da atividade microbiana do solo.

#### **2.2.4 Corte e trituração**

Com o sistema de cultivo da terra utilizando fogo, as áreas onde essas práticas acontecem são abandonadas por apresentar redução nos nutrientes e baixa capacidade de regeneração. Onde anteriormente era mata, desenvolve-se um cenário secundário (capoeira), que tem um importante papel ecológico. De acordo com Borges et al. (2011), quando bem manejado e com conhecimento de suas potencialidades, o sistema de corte e trituração da biomassa aérea dessa vegetação secundária como planta de cobertura morta tem efeito benéfico para o solo e para as plantas. Esse sistema pode ser manejado com incremento

de leguminosas arbóreas de rápido crescimento, acelerando e aumentando o acúmulo de biomassa e nutrientes.

Utiliza-se do sistema de corte e trituração da vegetação visando o incremento de biomassa para posteriormente realizar o plantio das culturas: melhora as qualidades físicas e hídricas do solo (Figura 7). Esse sistema evita perda de nutrientes, melhorando as condições físicas, biológicas e químicas do solo, quando comparado ao sistema de queima. Diminui em cinco vezes a emissão de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e acaba com os riscos de incêndios acidentais (SAMPAIO; KATO; SILVA, 2008; BORGES et al., 2011).



**Figura 7.** Modelo de tritadeira usada para preparo de área via corte – mulch: Tritucap - FM 600 da AHWI. Fonte: Sampaio; Kato; Nascimento-e-Silva (2008).

De acordo com Sampaio; Kato; Nascimento-e-Silva (2008), a geração de tecnologia do corte e trituração da capoeira sem queima, aponta diretrizes que permitem garantir a segurança das comunidades locais, impedindo os impactos aos ecossistemas e a degradação humana. Particularmente na Amazônia, configura-se em uma das formas mais adequadas: permite a justaposição de

tecnologias de ponta com os conhecimentos sobre a natureza disponíveis pelas comunidades regionais, respondendo às necessidades locais de sobrevivência e à melhoria da qualidade de vida, ao mesmo tempo em que incrementa o uso sustentado dos recursos naturais.

### **2.2.5. Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF)**

O Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) é um sistema de produção sustentável, que combina árvores com culturas agrícolas e pastagens, respeitando os preceitos de segurança alimentar e de agricultura sustentável (NOGUEIRA et al., 2016)

O pasto, que é formado após a colheita da lavoura, servirá para alimentação dos animais, determinando parte do lucro pós-lavoura. Os demais lucros serão advindos das frutas e das madeiras gerando retorno econômico em curto, médio e longo prazo (Figuras 8 e 9). Além do retorno econômico, este sistema proporciona o bem-estar animal, por meio do conforto térmico; e aumenta a vegetação arbórea nas propriedades rurais, reduzindo a amplitude térmica, aumentando a umidade relativa do ar, criando barreiras de vento e realizando a ciclagem de nutrientes (SILVA; PONTES; AMORIM, 2020).



**Figura 8.** Gado de leite com Grevílea - Emiliano Santarosa, PR. Fonte: EMBRAPA (2019).



**Figura 9.** Cultivo do plantio e renovação de pastagem. Fonte: EMBRAPA (2019).

### 3. Análise da agricultura na região Amazônica

Apesar dos avanços e do surgimento de técnicas de produção alternativas ao uso do fogo na agricultura amazônica, ainda é encontrada uma resistência muito grande, principalmente pela agricultura de base familiar, em aderir a estas novas iniciativas de produção. Entretanto, ao se fazer uma análise crítica em relação a essa abordagem, é observado que a maioria destes atores não tem acesso a essas novas tecnologias: por habitarem áreas distantes e, ou, sem acesso à *internet*, ou até mesmo haver ausência de assistência técnica.

Cabral et al. (2013) argumentam que todos os anos grandes áreas de floresta nativa na Amazônia são perdidas para os incêndios florestais: sejam estes de ocorrência natural, ou devido ao sistema de produção agrícola de corte e queima. Apesar do conhecimento da sociedade dos impactos causados pelo fogo para a sustentabilidade ambiental, a extinção dessa ferramenta agrícola é muito complexa, quando consideradas as poucas alternativas viáveis e acessíveis aos pequenos e isolados produtores da região.

É de suma importância que haja uma reflexão acerca de como estão sendo abordados esses novos métodos de produção no meio rural, assim como

a viabilidade destas tecnologias para as diferentes realidades encontradas no bioma Amazônia. Todavia, apesar dos entraves para a difusão das práticas de produção alternativas sustentáveis ao uso do fogo, algumas dessas vêm sendo desenvolvidas na Amazônia brasileira, contribuindo para a manutenção e preservação da biodiversidade do solo.

Santos et al. (2016), relataram que no quilombo do Abacatal em Ananindeua, Pará, algumas famílias, por meio da participação em cursos e capacitações sobre sistemas alternativos de produção de alimentos, apostaram no cultivo utilizando SAF. Aproveitaram as áreas de capoeiras resultantes do processo de corte e queima, após dois anos de ciclo da cultura da mandioca, passando a cultivar plantas perenes e frutíferas tais como açaí, pupunha e laranja.

Carvalho et al. (2018), em um estudo sobre a percepção de agricultores familiares no nordeste paraense sobre a contribuição dos SAF no sistema de produção, relataram que para os agricultores entrevistados, a principal contribuição dos SAF, quando comparado ao sistema convencional de produção, é a reposição de nutrientes essenciais para a manutenção da fertilidade do solo. Perceberam que ao substituir o uso do fogo por métodos de manejo que garantem a cobertura do solo, ocorreram mudanças significativas na produção, ocasionada pela diversidade de culturas implantadas nos SAF, na renda por produzirem maior variedade de espécies, bem como na garantia da alimentação familiar.

#### **4. Considerações finais**

É notório que o combate ao uso do fogo na agricultura ainda é um desafio, principalmente no bioma Amazônia, quando considerados as especificidades das várias realidades amazônicas. É inegável que o uso do fogo na agricultura precisa ser analisado a partir de uma visão holística, considerando não apenas a redução dos índices de áreas degradadas por esta prática, mas pela inserção de técnicas sustentáveis de produção.

São muitos os fatores que contribuem para as queimadas: extração madeireira ilegal, mudança climática (que resulta em estiagens mais longas), florestas degradadas, caça predatória, abertura de clareiras, garimpos, manejo

do solo por meio do processo de corte e queima. O fato é que as queimadas praticadas na Amazônia – inclusive aquelas que acontecem no interior da floresta – são resultado da ação antrópica. A falta de responsabilização das pessoas envolvidas pelos crimes ambientais e de políticas públicas agravam o processo de destruição.

Assim, todos os anos grandes áreas de floresta nativa na Amazônia são perdidas para os incêndios florestais. Apesar do conhecimento da sociedade em relação aos impactos causados pelo fogo para a sustentabilidade ambiental, a extinção dessa ferramenta agrícola é muito complexa, quando consideradas as poucas alternativas viáveis e acessíveis aos pequenos e isolados produtores.

Desta maneira, é necessário pensar no uso do fogo na Amazônia por uma visão macro, muito além da resistência da técnica de cultivo por parte dos agricultores de base familiar, e, ou, dos problemas geográficos que dificultam ações de fiscalização: há de considerar principalmente o acesso e viabilidade das novas técnicas de produção para as populações amazônicas, bem como as características ambientais de cada localidade.

Vale ressaltar, que os agricultores tradicionais necessitam ter resultados concretos da viabilidade destas novas tecnologias, pois estão adaptados ao método de cultivo que empregam e acreditam ter efeitos positivos. Deste modo, é de suma importância pensar em formas e métodos de abordagens adequadas que possam atrair, gerar curiosidade e credibilidade da funcionalidade destas novas tecnologias, comparando os benefícios na produção em relação ao sistema de derrubada/queimada.

Na Amazônia, muito tem sido feito em benefício do grande proprietário de terra, mas não há estudos que acompanhem a trajetória rural das comunidades tradicionais: sem dúvida, estão à margem das políticas de incentivo. Há uma demanda real de incentivos para essas comunidades, tanto de acesso à terra quanto de assentamento e crédito rural. Quando se fala do uso do fogo não há uma uniformidade: têm uma compreensão de que essa talvez não seja a melhor técnica, mas ainda não detém o conhecimento suficiente para abandonar o uso do fogo, tecnologia ultrapassada, e não têm acesso a novas tecnologias de preparo do solo.

## 5. Referências

ABDO, M. T. V. N.; VALERI, S. V.; MARTINS, A. L. M. Sistemas Agroflorestais e Agricultura Familiar: Uma Parceria Interessante. **Revista Tecnologia e Inovação Agropecuária**, v. 1, n. 2, p. 50-59, 2008.

AMAZÔNIA REAL. **Queimadas destroem 78% da biodiversidade da Amazônia**. 2021. Disponível em: <https://amazoniareal.com.br/queimadas-destroem-78-da-biodiversidade-da-amazonia/>. Acesso em: 23 abr. 2022.

ANDRADE, D. F.; RUSCHEL, A. R.; AVILA, A. L. de; GAMA, J. R. V. Composição e estrutura de uma floresta primária atingida por incêndio florestal na Amazônia Oriental. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 145-160, 2020.

BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. Algumas relações solo-espécie de eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS R. F. (Eds.) **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, p. 1-24. 1990.

BORGES, A.; CHRISTINA, M. R.; KATO, O. R.; PINHEIRO, H. A.; SHIMIZU, M. K.; RANGEL-VASCONCELOS, L. G. T.; JUNIOR, M. C. M. de O. Crescimento e produção de fitomassa de variedades de milho em diferentes manejos da capoeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 2, p.143-151, 2011.

BRASIL. **Decreto nº 10.735, de 28 de junho de 2021**. Presidência da república, casa civil, subchefia para assuntos jurídicos. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2021/Decreto/D10735.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2021/Decreto/D10735.htm)>. Acesso em: 07 out. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 2.661, de 8 de julho de 1998**. Presidência da república, casa civil, subchefia para assuntos jurídicos. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/D2661.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2661.htm)>. Acesso em: 07 out. 2021.

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

CARVALHO, R. da C.; CARNEIRO, R. D. V.; NAVIGANTES-ALVES, L. D. F.; MESQUITA, J. R. C. A percepção de agricultores familiares do nordeste paraense sobre a contribuição dos sistemas agroflorestais no sistema de produção. **Cadernos de Agroecologia**. Anais do VI CLAA X CBA E VMDF, v. 13, n. 1, 2018.

EMBRAPA. Integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-integracao-lavoura-pecuaria-floresta-ilpf>. Acesso em: 02 maio 2022.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Queima controlada**. 2017. Disponível em:

<<http://ibama.gov.br/incendios-florestais/queima-controlada>>. Acesso em: 06 out. 2021.

INCAPER. **Café consorciado com seringueira**. 2019. Disponível em: [http://ead.senar.org.br/wp-content/uploads/capacitacoes\\_conteudos/bioma\\_mata\\_atlantica/](http://ead.senar.org.br/wp-content/uploads/capacitacoes_conteudos/bioma_mata_atlantica/). Acesso em: 05 maio 2022.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas – possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Alemanha: Instituto de Silvicultura da Universidade de Göttinger. 1990. 343 p.

LESCURE, J. P.; PINTON, F.; EMPERAIRE, L. Povos e produtos da floresta na Amazônia Central: o enfoque multidisciplinar do extrativismo. In: VIEIRA, P. F.; WEBER, J. (org.) **Gestão de recursos naturais renováveis: novos desafios para a pesquisa ambiental**. São Paulo: Cortez Editora. p. 433-468. 1997.

MELO, A. C. G. de; DURIGAN, G. Impacto do fogo e dinâmica da regeneração da comunidade vegetal em borda de Floresta Estacional Semidecidual (Gália, SP, Brasil). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 33, n. 1, p. 37-50, 2010.

MODELLI, L. **Amazônia registra quase 5 mil focos de queimadas em julho mesmo com decreto que proíbe o uso do fogo**. G1. Disponível em: <<https://g1.globo.com/natureza/amazonia/noticia/2021/08/03/amazonia-registra-quase-5-mil-focos-de-queimadas-em-julho-mesmo-com-decreto-que-proibe-o-uso-do-fogo-veja-imagens.ghtml>>. Acesso em: 20 out. 2021.

MODESTO JUNIOR, de S.; ALVES, R. N. B. Editores Técnicos. **Cultura da Mandioca: Aspectos socioeconômicos, melhoramento genético, sistemas de cultivo, manejo de pragas e doenças e agroindústria**. Embrapa Amazônia Oriental. 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1056630/cultura-da-mandioca-aspectos-socioeconomicos-melhoramento-genetico-sistemas-de-cultivo-manejo-de-pragas-e-doencas-e-agroindustria>. Acesso em: 12 abr. 2022.

MOTTER, P. A.; ALMEIDA, H. G. de; VALLE, D.; MELLO, I. **Plantio Direto: a tecnologia que revolucionou a agricultura brasileira**. Foz do Iguaçu: Parque Itaipu, 2015.

NOGUEIRA, A. K. da S.; RODRIGUES, R. de A. R.; SILVA, J. J. N. da; BOTIN, A. A.; SILVEIRA, J. G. da; MOMBACH, M. A.; ARMACOLO, N. M.; ROMEIRO, S. de O. Fluxos de óxido nitroso em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília. v. 51, n. 9, p. 1156-1162, 2016.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. 434 p.

PECHE FILHO, A. **Mecanização do Sistema de Plantio Direto**, 2015. Disponível em:

[https://febrapdp.org.br/download/publicacoes/LIVRO\\_PLANTIO\\_DIRETO\\_WEB.pdf](https://febrapdp.org.br/download/publicacoes/LIVRO_PLANTIO_DIRETO_WEB.pdf). Acesso em: 15 jan. 2020.

Portal EMBRAPA. **Plantio Direto**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/international>> acesso em: 29 out. 2021.

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

SÁ, T. D. de A.; KATO, O. R.; CARVALHO, C. J. R. de; FIGUEIREDO, R. de O. Queimar ou não? De como produzir na Amazônia sem queimar. **Revista USP**, São Paulo, n. 72, p. 90-97, 2007.

SAMPAIO, A. B.; BERLINCK, C. N.; MIRANDA, H. S.; SCHMIDT, I. B.; RIBEIRO, K. T. Manejo do fogo em áreas protegidas. Editorial-número temático. **Biodiversidade Brasileira**, v. 6, n. 2, p. 1-3, 2016.

SAMPAIO, C. A.; KATO, O. R.; NASCIMENTO-E-SILVA, D. Sistema de corte e trituração da capoeira sem queima como alternativa de uso da terra, rumo à sustentabilidade florestal no nordeste paraense. **RGSA – Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 2, n. 1, p. 41-53, 2008.

SANTOS, I. C. S.; COSTA, A. N.; MARTINS, H. F.; DE SOUZA, A. C.; DE SOUZA, I. A. S. Agricultura familiar no quilombo de Abacatal: Os moldes de produção são sustentáveis? **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, 2016.

SILVA, C.; PORTELLA, A. C. F.; GIONGO, M. Meta-análise de estudos sobre o efeito do fogo nos biomas florestais em relação aos microrganismos fúngicos. **Advances in Forestry Science**. v. 7, n. 1, p. 931-938, 2020.

SILVA, J. L. C. T. da; GARCIA, E. Vantagens da substituição do fogo por práticas agrícolas sustentáveis. **Anais Sintagro**. Ourinhos – SP. v. 11, n. 1, p. 424-431, 2019.

SILVA, T. P.; PONTES, A. N.; AMORIM, I. A. Alternativas ao uso do fogo na agricultura como forma de mitigar queimadas na Amazônia. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. 985-996, 2020.

SOUZA, I. I. de M.; ARAÚJO, E. da S.; JAEGGI, M. E. P. C.; SIMÃO, J. B. P.; ROUWS, J. R. C.; SOUZA, M. N. Effect of Afforestation of Arabica Coffee on the Physical and Sensorial Quality of the Bean. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 42, n. 7, p. 133-143, 2020.

SOUZA, M. N. **Degradação antrópica e procedimentos de recuperação ambiental**. Novas Edições Acadêmicas/SAI OmniScriptum Publishing: Brivibas gatve 197, LV-1039, Riga, Letônia, União Europeia, 2018. 364 p.

STEWART, A. M.; ROGNANT, C.; DO 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-BioBrasil**. v. 6, n. 2, p. 71-87, 2016.

VIEIRA, M. V. M.; GIUNTI, O. D.; SILVA, A. V.; GRIS, C. F. Influência de sistemas agroflorestal e convencional sobre teores nutricionais do solo em PIUMHI/MG. **Anais...** XII Congresso Nacional de Meio Ambiente, Poços de Caldas, MG. v. 7, n. 1, p. 293, 2015.

## **Autores**

Ediane Lima da Silva, Euliene Pereira Henrique, João Sávio Monção Figueiredo, Silvia Aline Bérghamo Xavier, Marina Pereira Ribeiro Sardinha, Maurício Novaes Souza\*

Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre. Caixa Postal 47, CEP: 29500- 000, Alegre-ES, Brasil.

\* Autor para correspondência: [mauricios.novaes@ifes.edu.br](mailto:mauricios.novaes@ifes.edu.br)