

## CAPÍTULO 8

---

### Agroecologia e a produção de cafés especiais

Mateus Mendes da Silva, Matias Mendes da Silva, César Santos Carvalho, David Brunelli Viçosi, João Batista Pavesi Simão, Igor Borges Peron, Danielle Inácio Alves, Regiane Carla Bolzan Carvalho, Graciandre Pereira Pinto, Maurício Novaes Souza

<https://doi.org/10.69570/mp.978-65-84548-26-8.c8>

#### Resumo

A cafeicultura tem se constituído como uma das mais importantes atividades econômicas da agricultura, principalmente pelo desenvolvimento rural proporcionado, gerando renda, emprego e fonte de alimento de qualidade para o mercado. Desenvolvida em sua maioria pela agricultura de base familiar, essa atividade contribui para a redução do êxodo rural e a sustentabilidade da cafeicultura brasileira e capixaba. O estado do Espírito Santo apresenta a cultura do café como a principal atividade agrícola, destacando-se no cenário nacional como segundo maior produtor, tanto a produção dos grãos beneficiados, quanto na qualidade da bebida do café arábica. São mais de 26.000 propriedades com mais de 53 mil famílias envolvidos na atividade com área de cerca de 160 mil ha de café arábica. Com o avanço dos investimentos na cafeicultura capixaba e a utilização de novas tecnologias ligadas à produção segura de alimentos, a utilização racional de recursos, a redução dos impactos nocivos ao meio ambiente, a expansão da participação no mercado de café especial e o desenvolvimento de uma cafeicultura sustentável tornam o estado do Espírito Santo destaque no mercado exterior. As tecnologias agrícolas para a produção de café estão disponíveis e podem permitir altos níveis de produtividade. Apesar disso, essas tecnologias têm sido utilizadas de forma inadequada visando obter superproduções, tornando esse processo insustentável. A adoção de sistemas agroecológicos se apresenta como uma oportunidade para o avanço da agricultura familiar. Integrando a preservação ambiental com respeito às formas de produção e ao consumidor final, este sistema demanda pouco uso de insumos, possibilitando a obtenção de benefício aliada à manutenção de uma boa qualidade de vida para a família do produtor e à sustentabilidade da propriedade.

**Palavras-chave:** Cafés especiais. Agricultura familiar. Renda. Tecnologias sustentáveis. Agroecologia.

## 1. Introdução

Entre os diversos fatores que contribuem para a obtenção de cafés de qualidade, os aspectos ligados ao manejo adotado pelo produtor tem se destacado: não só pela qualidade que pode gerar para a bebida, mas também por parâmetros associados à sustentabilidade, pois a demanda por produtos advindos desses sistemas também tem crescido nos últimos tempos (Bote; Vos, 2017; Silva; Souza, 2021).

Dessa forma, com tantos impactos causados ao meio ambiente pelo setor do agronegócio empresarial, surgiu o Plano de Agricultura Sustentável visando o aumento da área de florestas plantadas; a recuperação de pastagens em estado degradado; o aumento dos sistemas integrados de produção Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e a fixação biológica de N. Estima-se que para a implantação dos sistemas de ILPF sejam necessários 35 milhões de ha até 2030 (Rodrigues; Ferreira; Cordeiro, 2021).

De acordo com esses mesmos autores, o Brasil possui aproximadamente 180 milhões de ha de pastagens: ao menos 50% dessas áreas se encontram com algum estágio de degradação (Figura 1).



**Figura 1.** Pastagens degradadas no município de Ibitirama, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2024.

Nesse cenário, é preciso fazer um redesenho da agricultura convencional visando, por intermédio de abordagens ecológicas, o equilíbrio entre a produção e o agroecossistema. Esse modelo proposto envolve aspectos econômicos, políticos, sociais, culturais e ambientais (Altieri; Funes-Monzote; Petersen, 2012; Guerra *et al.*, 2017; Gliessman, 2018; Silva; Souza, 2021).

Dessa forma, Rabelo e Lima (2007) e Martins (2008b), enfatizam a formulação de indicadores, buscando avaliar as localidades, em relação aos aspectos ambientais, econômicos e sociais, contribuindo para a gestão e avaliação da sustentabilidade do local.

Nas propriedades de produção de cafés especiais, principalmente, justifica-se a realização do uso de bioindicadores para contribuir na gestão da propriedade rural: identificar a sustentabilidade em relação aos aspectos ambientais, econômicos e sociais. Dessa forma, os dados gerados contribuem para a avaliação do proprietário quanto à sustentabilidade e na adoção de práticas que preservem o ambiente e os empregos gerados direta e indiretamente relacionados às atividades agrícolas realizadas na propriedade (Gabrielli *et al.*, 2023). A partir da identificação e avaliação dos fatores limitantes, é possível trabalhar para melhorar os índices de sustentabilidade dessas unidades produtivas.

O fato é que o modelo de desenvolvimento da sociedade moderna trouxe consigo uma série de processos, impactos e externalidades ambientais negativos: atualmente, tem-se buscado incansavelmente um modelo de produção e desenvolvimento mais sustentável - no setor agrícola não tem sido diferente. Nesse sentido, é extremamente importante identificar alguns fatores que limitam a sustentabilidade das unidades produtivas, principalmente daquelas que praticam estilos de agricultura sustentáveis e, ou, estejam interessados na busca por nichos de mercados diferenciados (Louback *et al.*, 2023; Ribeiro *et al.*, 2024).

Nos dias atuais, as tecnologias agrícolas para a produção de café estão disponíveis e podem permitir altos níveis de produtividade. Apesar disso, essas tecnologias têm sido utilizadas de forma inadequada visando obter superproduções, tornando esse processo insustentável. Embora existam tecnologias apropriadas e adaptadas para que os proprietários produzam cafés especiais, essas não têm sido difundidas de maneira ampla para todos (Muner *et al.*, 2019; Verdin Filho *et al.*, 2019; Silva *et al.*, 2021; Silva; Souza, 2021).

Na última década, fortaleceu-se o conceito de agricultura adaptativa - uma abordagem que visa ajustar práticas agrícolas para responder de maneira eficaz às mudanças nas condições ambientais e socioeconômicas. Esse conceito envolve a utilização de tecnologias, dados e conhecimentos para adaptar os sistemas de produção agrícola às variáveis climáticas, como mudanças de temperatura, padrões de precipitação e eventos extremos, além de responder a desafios como pragas e doenças emergentes, escassez de água e degradação do solo (Altieri; Funes-Monzote; Petersen, 2012; Cohen *et al.*, 2013; FAO, 2016; Molin *et al.*, 2017; Kipkulei *et al.*, 2018; Leakey *et al.*, 2020; Silva; Souza, 2021; IPCC, 2022).

De acordo com esses mesmos autores, os agricultores que adotam práticas adaptativas podem ajustar o calendário de plantio, selecionar variedades de culturas mais resilientes, diversificar os sistemas agrícolas e programar técnicas de manejo do solo e da água que aumentam a sustentabilidade e a resiliência da produção. A agricultura adaptativa é especialmente relevante no contexto das mudanças climáticas, onde a incerteza e a variabilidade aumentam a necessidade de práticas mais flexíveis e informadas.

A adoção de sistemas agroecológicos se apresenta inserida nesse contexto, como uma oportunidade para o avanço da agricultura familiar. Integrando a preservação ambiental com respeito às formas de produção e ao consumidor final, este sistema demanda pouco uso de insumos, possibilitando a obtenção de benefícios aliada à manutenção de uma boa qualidade de vida para a família do produtor e à sustentabilidade da propriedade (EMBRAPA, 2020; Louback *et al.*, 2023; Ribeiro *et al.*, 2024).

A cafeicultura agroecológica, por exemplo, está fundamentada em vários modelos e práticas de agricultura adaptativa que podem ser executados para melhorar a resiliência dos sistemas agrícolas às mudanças climáticas e outras variáveis, tais como a “Agricultura de Conservação”, que foca na preservação e melhoria da qualidade do solo por intermédio da redução da perturbação do solo, cobertura permanente do solo e rotação de culturas - técnicas como plantio direto, cultivo de culturas de cobertura e uso de adubos verdes são comuns; e o Manejo integrado de culturas - inclui a rotação de culturas e a diversificação das espécies cultivadas para reduzir a dependência de uma única cultura e aumentar a resiliência às pragas e doenças, além de melhorar a saúde do solo.

Portanto, a cafeicultura contemporânea apresenta características e valores indispensáveis para a sociedade, nos fatores econômicos, sociais, produtivos e de desenvolvimento sustentável. Para a cultura do café é necessário mensurar a realidade das propriedades perante as adequações a sustentabilidade como forma de contribuir para o avanço tecnológico e fortalecimento da atividade (Ferrão *et al.*, 2008; Muner *et al.*, 2019; Peron, 2024).

Apesar de sua extrema importância, a avaliação da sustentabilidade na cafeicultura ainda é um grande desafio devido à complexidade dos aspectos ambientais, socioeconômicos e culturais. Para tanto, o Sistema de Avaliação de Padrões de Sustentabilidade da Cafeicultura no Espírito Santo, que é um instrumento metodológico com formato de planilha e tem como objetivo auxiliar o usuário na avaliação do nível de adequação das propriedades nos eixos econômico, ambiental e social pode contribuir com essa demanda (Muner *et al.*, 2019; Martinuzzo *et al.*, 2021).

De acordo com esses mesmos autores, esse sistema utiliza indicadores selecionados com base nos protocolos de sustentabilidade recomendados pelas principais organizações internacionais de certificação e seu uso facilita a identificação dos indicadores que precisam de mais atenção, muitas vezes representando um gargalo nos eixos; por outro lado, facilita o planejamento das necessidades de intervenção para adequar as propriedades aos critérios pré-estabelecidos no mercado.

## **2. Desenvolvimento sustentável**

Os problemas ambientais que vêm se espalhando por todo o mundo não são diferentes em nosso país. A poluição de corpos hídricos, o desmatamento, a degradação dos solos, o uso indiscriminado de agrotóxicos, deixam cada vez mais evidente que o país precisa urgentemente mudar a forma de produzir alimentos e, principalmente, a forma de lidar com o ambiente em que se vivem (Souza, 2022; Malaquias *et al.*, 2024).

Isso levou a discussão e ao surgimento de um mecanismo denominado “Desenvolvimento Sustentável”, na busca de andarem juntos o desenvolvimento econômico, a preservação da natureza, o fim da pobreza e maior justiça social

(Reiniger; Wizniewsky; Kaufmann, 2017; Souza, 2022; Malaquias *et al.*, 2024) (Figura 2).



**Figura 2.** Áreas de produção interligadas a áreas de conservação e, ou, preservação, Patrimônio da Penha, Divino de São Lourenço, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2024.

Neste século, um dos maiores desafios pela busca pelo desenvolvimento sustentável deverá não contrapor crescimento econômico às questões sociais. No meio ambiente existem recursos renováveis e não renováveis, que a depender da sua utilização podem desaparecer da natureza. Importante se observar a grandiosidade e complexidade da palavra desenvolvimento (Souza, 2018).

Dentre seus vários significados, destacam-se evolução e crescimento. Daí a dificuldade enfrentada pelos meios científicos e tecnológicos em saber dosar ou equilibrar os fatores que influenciam principalmente na defesa da vida, numa perspectiva planetária, utilizando os recursos sem comprometer sua disponibilidade para as gerações futuras (Etchezar; Biorchi, 2018).

Segundo Oliveira *et al.* (2016) e Souza (2022), percebe-se que não é suficiente resolver as questões ambientais que tanto prejudicam e afligem a sociedade e o mundo. Paralelamente, deve ocorrer um processo de mudança que influenciará em alterações, sobretudo comportamental. Dessa maneira, é necessário alcançar outros meios para se atingir a sustentabilidade, não apenas os

relacionados às questões ambientais e econômicas, pois tem proporções maiores, sendo um problema social.

Lourenço e Carvalho (2013) destacam que o aspecto social da sustentabilidade envolve os recursos humanos internos da propriedade, a população externa e questões macrossociais. De acordo com a MDA (2016), o pilar social engloba ações referentes à igualdade de gênero e tem como uma de suas diretrizes contribuir “na redução das desigualdades de gênero, por meio de ações e programas que promovam autonomia econômica das mulheres”. Outra diretriz importante nesta área é a “ampliação da participação da juventude rural na produção orgânica e de base agroecológica”.

Estão inclusas no aspecto social da sustentabilidade ações referentes ao pagamento justo dos colaboradores, educação, moradia, saúde e bem-estar das pessoas que estão envolvidas direta ou indiretamente com as atividades agrícolas. No Brasil, há mais de 55.712 mil trabalhadores em condições análogas à escravidão e, deste total, 77,6% são encontrados no meio rural, de acordo com o levantamento da Subsecretaria de Inspeção do Trabalho (SIT) (MPT, 2022).

De acordo com Alves, Souza e Santana (2016), cerca de 66% das propriedades rurais brasileiras são muito pobres, com renda média de 3,27 salários mínimos; e mais de 22% das propriedades são pobres, com renda média de 4,66 salários mínimos. Isto reforça que grande parte dos estabelecimentos não possui sustentabilidade econômica; portanto, não são sustentáveis.

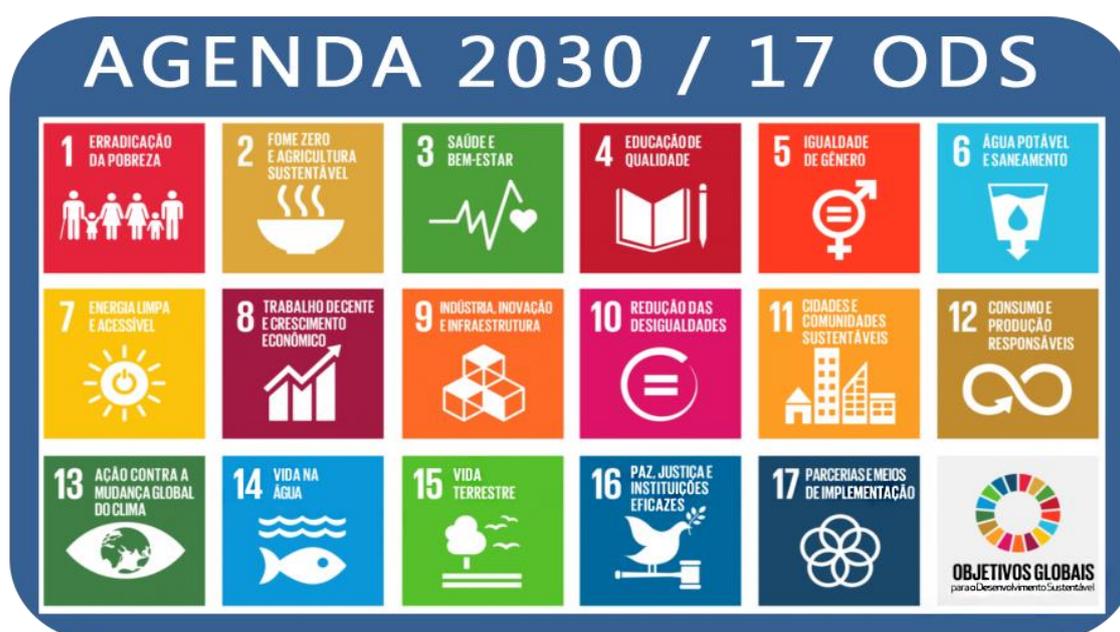
De acordo com esses mesmos autores, a grande responsável pela concentração da produção e da renda é a tecnologia. Caberia às políticas públicas garantir acesso a elas principalmente para proporcionar a mudança de classe dos muito pobres para pobres, e dos pobres para renda média, de forma a ter-se uma agropecuária sustentável.

No pilar ambiental são analisados aspectos voltados aos modos de produção, alimentos saudáveis e a conservação do ambiente. O eixo 2 do II Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica - Planapo, que trata do uso e conservação dos recursos naturais, tem por objetivo “Promover, ampliar e consolidar processos

de acesso, uso sustentável, gestão, manejo, recomposição e conservação dos recursos naturais e ecossistemas em geral” (MDA, 2016).

Segundo esses mesmos autores, o pilar econômico é voltado à ampliação do acesso aos programas de financiamento e crédito por parte dos agricultores familiares e demais beneficiários. Atualmente é disponibilizada a linha de crédito PRONAF Agroecologia, destinada à produção agroecológica, orgânica ou em transição. A linha específica do Programa de Agricultura de Baixo Carbono – Programa ABC –, que é voltado ao fomento de tecnologias para produção sustentável, visa a atender os compromissos de redução na emissão de gases do efeito estufa – GGEs – pelo setor agropecuário.

Com a intenção de avançar nas três dimensões do desenvolvimento sustentável, a Organização das Nações Unidas (ONU, 2015) instituiu a Agenda 2030 (Figura 3).



**Figura 3.** 17 metas da Agenda 2030. Fonte: ONU, 2015.

Tem como objetivo ser um plano de ação abrangente para promover o bem-estar das pessoas, a proteção do planeta e o estímulo à prosperidade econômica. No cerne dessa agenda estão metas ambiciosas, incluindo a erradicação da pobreza em todas as suas formas, a redução da desigualdade de renda e a promoção da inclusão econômica, política e social de todos os indivíduos.

Além desses objetivos fundamentais, a Agenda 2030 visa abordar uma variedade de desafios globais interconectados, como a mudança climática, a degradação ambiental, a promoção da paz e da justiça, e o fortalecimento das instituições para alcançar um desenvolvimento sustentável em todas as suas dimensões.

Ampliar a discussão sobre a Agenda 2030 é essencial para aumentar a conscientização sobre seus objetivos e metas, mobilizar ações em todos os níveis da sociedade e garantir uma colaboração eficaz entre os países e as partes interessadas para alcançar um futuro mais justo, inclusivo e sustentável para todos.

### 3. Aspectos ambientais, sociais e econômicos

De acordo com Almeida *et al.* (2020), modelos sustentáveis de produção surgiam como contrapartida ao modelo capitalista e exploratório, emergindo como um paradigma da sustentabilidade agropecuária, onde era possível enxergar o desenvolvimento calçado na conservação dos recursos naturais, garantindo assim a presente e futuras gerações a segurança alimentar de uma parcela considerável da sociedade (Figura 4).



**Figura 4.** Café Belchior - lavoura de café sustentável: padrões exigidos visando à certificação orgânica, Coimbra, MG. Fonte: Acervo Leonardo Pereira Rezende, 2023.

Conforme destaca Altieri e Nicholls (2021) e Souza (2022), esses modelos possibilitam analisar agroecossistemas de forma holística e integradora, não de forma particionada e isolada, incluindo aspectos importantes como as dimensões ambientais, sociais, econômicas e culturais, e não apenas técnico científico. Estimula os pesquisadores a se debruçarem sob o conhecimento construído pelos agricultores na busca incansável de tornar a propriedade autossuficiente, evitando a entrada de insumos externos, aumentando a rentabilidade e a sustentabilidade da propriedade.

Outro fator importante da agroecologia é proporcionar que as famílias agricultoras permaneçam no campo, pois surge como uma maneira propulsora da sustentabilidade para o meio rural, tendo estratégias, princípios e bases tecnológicas que contribuem com o manejo dos solos, conservação dos recursos naturais, valorização dos saberes locais e conhecimentos tradicionais (Figuras 5 e 6). Com a venda direta aos consumidores, estabelece laços que ultrapassam simplesmente a do ato de comercializar, mas sim tece laços de amizade, possibilitando o diálogo de vivência e saberes (Santos *et al.*, 2014; Louback *et al.*, 2023; Peron, 2024).



**Figuras 5 e 6.** Produtores rurais no campo e comercialização direta em feira. Fonte: Acervo Roberta Cunha Vieira, 2023.

Ao contrário de muitos críticos, que ao se posicionarem defendem que a agroecologia é uma volta ao passado, há de se considerar que é justamente o contrário. A agroecologia busca o que tem de mais avançado no campo da ciência

e tecnologia, objetivando aproximar os agroecossistemas produtivos da sustentabilidade e dos ecossistemas naturais.

O fato é que o agronegócio deve trabalhar para que as metas sejam cumpridas, preconizando oportunidades para todas as pessoas, erradicando a pobreza extrema, reduzindo expressivamente os impactos negativos das mudanças climáticas e preservando os recursos naturais, fazendo menção aos objetivos.

A Agroecologia deixa clara a caracterização da agricultura como um processo social. O termo atravessa a conotação técnica e atinge uma perspectiva política, o que ocorre por motivo da promoção da agroecologia, tanto no Brasil quanto em outros países da América Latina, ter sido vinculada diretamente aos movimentos sociais ligados à agricultura familiar e camponesa (Niederle *et al.*, 2019).

Conforme cita Assis *apud* MDA (2016), ela “não só enfatiza movimentos de parâmetros agronômicos e ecológicos, como também das questões socioeconômicas”. Consiste em uma alternativa para a construção de um novo paradigma para a agropecuária, focado em amplificar as condições de acesso a alimentos saudáveis por meio de produção ecologicamente equilibrada, socialmente justa e inclusiva.

Baseando-se em várias áreas do conhecimento, a agroecologia visa estudar o desenvolvimento a partir de uma perspectiva ecológica e sociocultural. Ao contrário do que ocorre com a agricultura convencional/empresarial, a agroecologia apresenta um posicionamento crítico ante os problemas decorrentes do capitalismo. Centra-se no desenvolvimento rural embasado na equidade social e de gênero e na diversidade sociocultural. A proposta prevê a promoção da autonomia e da soberania alimentar dos povos e comunidades (ABA, 2020; Tait; Neves; Gonçalves, 2020).

De acordo com esses mesmos autores, a agricultura precisa passar por transformações para se tornar mais sustentável. As mudanças demandadas pela agricultura de base agroecológica, embora muitas vezes sejam amplas e radicais, podem ter início a partir de um processo de “transição agroecológica”, passando de

“modelos convencionais de agricultura e desenvolvimento rural para estilos de agricultura e de desenvolvimento rurais sustentáveis”.

Essa transição proporciona, a partir de práticas e transformações locais e graduais, atingir as transformações necessárias. Faz-se necessário, no entanto, um alto grau de resistência para suportar as pressões enfrentadas pelo agricultor familiar e os problemas relacionados ao fraco apoio dos governos e a carência de políticas públicas (Tait; Neves; Gonçalves, 2020).

Estima-se que cerca de 75% dos agricultores registrados no Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (CNPO) são agricultores familiares, que veem na agroecologia e na produção orgânica uma forma de aumentar o valor aos produtos e, ao mesmo tempo, propiciar uma produção mais segura para o agricultor e também para o meio ambiente (MDA, 2017).

Segundo Tait, Neves e Gonçalves (2020), o reconhecimento da não homogeneidade do mundo rural acarretou o interesse de pesquisadores em englobar a agricultura familiar, repercutindo em formas mais efetivas de apoio e fomento às suas práticas. Comparar as diferenças entre a agricultura de base familiar e a agricultura produtora de *commodities*, também evidenciou a necessidade de uma atuação diferenciada dos governos, abrindo caminho para a implantação de políticas públicas para fortalecer a agricultura familiar.

Dentre todas as políticas públicas nesta área, enfatiza-se o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura (PRONAF). O Programa se iniciou em 1995, a partir do diálogo entre o governo, a academia e os movimentos sociais. Foi a primeira política voltada à agricultura familiar no país, que tem apresentado, ao longo de seu tempo, ótimos resultados no amparo ao agricultor familiar (Niederle; Fialho; Conterato, 2014; Troian; Machado, 2020).

Apesar dos resultados positivos apresentados, o PRONAF ainda precisa superar alguns desafios para alcançar seus objetivos. Dentre os problemas encontrados, destaca-se a concentração de crédito direcionada às regiões mais desenvolvidas e aos agricultores capitalizados, principalmente voltados à produção

de *commodities* agrícolas e, ainda, a seletividade bancária (Troian; Machado, 2020).

Outros entraves que são encontrados na execução de políticas públicas, levando em conta os contextos locais, incluem a falta de participação e o diálogo ineficaz entre os diversos personagens envolvidos, assim como o baixo capital social existente entre eles e, ainda, questões burocráticas e insuficiência de recursos. Aceita-se, porém, que estes entraves possam ser superados com diálogo e estratégias de gestão social (Andrade *et al.*, 2019).

#### **4. Agricultura familiar**

O desenvolvimento rural no Brasil enfrenta desafios relacionados à sustentabilidade do território e à autossuficiência das pequenas propriedades rurais, que são predominantemente representadas pela agricultura familiar. Este segmento é essencial para alcançar avanços significativos, uma vez que 77% dos estabelecimentos rurais brasileiros são classificados como agricultura familiar (IBGE, 2017).

A agricultura familiar é aquela que abriga, ao mesmo tempo, as seguintes condições: a) a direção dos trabalhos do estabelecimento é exercida pelo produtor; e b) o trabalho familiar é superior ao trabalho contratado. Nesse caso, indiretamente, considera-se importante uma reflexão sobre o tamanho máximo das propriedades: as unidades de produção devem ter o tamanho determinado pelo que a família pode explorar com base em seu próprio trabalho e tecnologia disponíveis (Guanziroli *et al.*, 2001; Souza *et al.*, 2023).

Há de se considerar, também, que a Lei nº11.326/2006 estabelece os conceitos, princípios e instrumentos destinados à formulação das políticas públicas direcionadas à Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Esta lei considera que para ser considerado agricultor familiar e empreendedor familiar rural, o produtor não pode deter, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais (BRASIL, 2006).

A dimensão de um módulo fiscal varia de acordo com o município brasileiro onde está localizada a propriedade, e seu valor varia de 5 a 110 hectares. Nos 16 municípios componentes da DO Montanhas do Espírito Santo, que abrange os produtores dos “**cafés especiais das montanhas do Espírito Santo**”, o módulo fiscal varia de 16 a 22 hectares; ou seja, todos os cafeicultores são enquadrados no modelo de produção familiar (Vardiero, 2024).

Apesar de ser atribuído um ar de novidade, a agricultura familiar não é uma categoria recente, fala-se de um camponês tradicional, que assumiu condições de produtor moderno, mas suas raízes camponesas ainda existem, só estão adormecidas e conceitua a agricultura familiar "como aquela em que a família, ao mesmo tempo em que é proprietária dos meios de produção, assume o trabalho no estabelecimento produtivo". Isso acaba refletindo diretamente como a família estabelecerá a sua vida econômica e social, o que pode acontecer de várias formas, pois são grandes as possibilidades (Wanderley, 2009).

De acordo com Barbosa e Leal (2018) os agricultores tinham sua produção de alimentos voltados principalmente para o consumo interno de sua família. Quando começaram a ampliar a produção e comercializar esse excedente produzido, deu-se início ao reconhecimento social, elevando a importância deste segmento na sociedade. Foi uma vitória, na medida em que os maiores incentivos eram voltados aos grandes proprietários. Dessa maneira, a agricultura familiar acaba surgindo como uma alternativa, ocupando espaços do mercado, contribuindo para a diminuição da pobreza, que com incentivos foi capaz de ampliar e melhorar a qualidade dos alimentos produzidos e como desenvolvimento e a organização social no meio rural (Figura 7).

Dentre os mais diversos conceitos de agricultura familiar se tem: no espaço de exploração familiar, o trabalho e propriedade são intimamente ligados à família, cada família com as suas particularidades, apresentando uma diversidade enorme, alguns se aproximando, outros não, mas apesar de constituir-se um grupo não homogêneo, constam com uma facilidade enorme de se adaptar ao adverso. Outro conceito traduz a agricultura familiar como uma unidade de produção onde se relacionam trabalho, terra e família (Barbosa; Leal, 2018).



**Figura 7.** Agricultura familiar: produção diversificada, pesquisa e agroturismo - Seropédica, RJ. Fonte: Turma do PPGA do Ifes campus de Alegre, 2024.

Outra definição que se aproxima é a que diz que a família ao mesmo tempo é proprietária, mas também realiza o trabalho produtivo, ocorrendo uma estrutura produtiva que se assemelha a família-produção-trabalho, importante para garantir a continuidade do trabalho desenvolvido pelas gerações futuras e garantido a sobrevivência imediata (Geraldo; Lopes; Gomes, 2021).

De acordo com Santos *et al.* (2014) uma alternativa interessante para os agricultores familiares se diferenciarem do agronegócio convencional é estudando estratégias voltadas para o mercado, diferente das estratégias adotadas por eles, buscando melhorar a sustentabilidade nas suas unidades produtivas. A agroecologia veio como alternativa, pois dispõe de base tecnocientífica e estratégias para o desenvolvimento rural compatível com as já trabalhadas pelos agricultores familiares. Surge assim, como uma resposta aos problemas causados pela “Revolução Verde” e tendo a principal função de apoiar o processo de transição do atual modelo convencional de produção para estilos mais sustentáveis de agropecuária.

No passado, a agricultura familiar sempre foi discriminada do ponto de vista socioeconômico: tanto pelo Estado quanto pelos setores dominantes da grande

exploração econômica, que eram considerados os únicos capazes de trazerem divisas para o país com as importações de produtos. Cabia a agricultura familiar a produção secundária para o mercado interno o abastecimento de alimentos para as cidades e como mão de obra disponível para as grandes explorações econômicas nos períodos em que elas necessitassem (Picolotto, 2014).

Na perspectiva política, segundo Anjos *et al.* (2018), o surgimento da agricultura familiar foi importante, já que aglutina famílias em situações diversificadas. Isso reflete em uma construção política sólida, com uma identidade política capaz de conseguir barganhar recursos, projetos e legislações junto ao poder público e de representação junto à sociedade. É importante destacar que somente foram contemplados pela política pública nos anos da década de 1990 por intermédio do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – PRONAF. Posteriormente, a criação do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) e da Secretaria da Agricultura Familiar (SAF), estimulou a multiplicação e formalização dos grupos de agricultores familiares em associações rurais.

Embora não exista consenso sobre o conceito de agricultura familiar, há uma generalização que considera que o agricultor familiar é aquele que vive na área rural e, junto com sua família, trabalha na agricultura. A agricultura familiar possui grande importância tanto na economia quanto na produção de alimentos, com faturamento anual estimado em US\$ 55,2 bilhões (MDA, 2018; FAO, 2021).

Os agricultores familiares têm sido os responsáveis pelo desenvolvimento de práticas agrícolas alternativas alinhadas ao desenvolvimento sustentável que contemplam os aspectos sociais, econômicos e ambientais da sustentabilidade (Tait; Neves; Gonçalves, 2020).

A agricultura familiar é o *locus* ideal para o desenvolvimento da agricultura sustentável em virtude das suas características de diversificação de culturas, maior possibilidade de adequação aos ecossistemas locais, ao conhecimento dos produtos e, ainda, em razão de atuar em escalas menores.

No entanto, apesar de representarem a maioria dos estabelecimentos rurais no Brasil, as famílias agricultoras enfrentam uma série de desafios significativos. Entre esses desafios estão a gestão e viabilidade econômica do negócio rural,

dificuldades no escoamento da produção, questões relacionadas à comercialização e acesso a novos mercados, necessidade de captar maiores investimentos, obstáculos para desenvolver estratégias inovadoras e adotar novas tecnologias, informalidade dos negócios, precarização do trabalho e o fenômeno do êxodo rural (Bittencourt, 2020; Araújo Lopes *et al.*, 2022; Lagassi; Porto, 2022).

## 5. Indicadores ambientais

É extremamente importante identificar alguns fatores que limitam a sustentabilidade das unidades produtivas, principalmente daquelas que praticam estilos de agricultura sustentáveis. A partir da identificação e avaliação desses fatores limitantes da sustentabilidade, é possível trabalhar para melhorar os índices de sustentabilidade dessas unidades produtivas.

Para identificar tais fatores limitantes, tem-se utilizado, segundo Kemerich, Ritter e Borba (2014), o auxílio de indicadores, que representam uma forma de percepção da realidade, com informações capazes de traduzir o estado de um ambiente, tendo como principal função fornecer informações sobre o estado das diversas dimensões (ambientais, econômicas, socioeconômicas, culturais e institucionais). Por ser uma abordagem relativamente nova para a comunidade acadêmica, mesmo tendo realizados alguns eventos tratando dessa temática, têm-se relativamente poucos trabalhos publicados, pois são novos os conceitos e grande parte das pesquisas e experimentação ainda estão em andamento.

Por todo o Brasil, encontram-se experiências de desenvolvimento agrícola sustentáveis, em diferentes regiões, com diferentes características agroambientais e socioeconômicas. Contudo, a avaliação de seu desempenho é dificultosa, na medida em que há certa complexidade em suas inter-relações. Dentre as principais dimensões para avaliar a sustentabilidade agropecuária, destacam-se a social, cultural, ecológica, ambiental e econômica. Na literatura ocorrem diversas abordagens para avaliação da sustentabilidade agrícola, onde a maioria propõe que devem ser por intermédio da construção de indicadores multidimensionais (Gomes; Mello; Mangabeira, 2009).

Para Stoffel, Colognese e Silva (2014), pelo fato de buscar sempre uma propriedade equilibrada, diversificada, uma produção prioritariamente para o

consumo, propriedades voltadas para a agricultura familiar apresentam melhores condições de sustentabilidade, ao se avaliar por meio de indicadores as dimensões ambientais, sociais e econômicas.

A palavra “indicador” vem do latim *indicare*, e tem a capacidade de revelar uma grande quantidade de informações sobre uma realidade, ou de complexos processos, além de auxiliarem na tomada de decisões. O método IDEA (*Indicateurs de Durabilité des Explorations Agricoles*), por exemplo, os indicadores nos permitem avaliar se uma propriedade rural está desenvolvendo suas atividades de forma sustentável (Vieira, 2005).

Um indicador é capaz de reunir uma quantidade de informações de certos fenômenos que ocorrem no ambiente e expô-los, de forma simples, para facilitar o processo de comunicação e de entendimento de quem receberá estas informações transmitidas – é um recurso muito importante na gestão ambiental para determinar a sustentabilidade de agroecossistemas (Bellen, 2004; Souza, 2024).

Os indicadores devem ser orientados por uma série de critérios, ser capazes de refletir a qualidade e a quantidade dos recursos renováveis utilizados, devem ainda analisar um conjunto de informações sobre algo, ter objetivos políticos claros, e uma interpretação fácil, voltada não só para o entendimento dos cientistas, mas principalmente da população em geral, por exemplo, para os agricultores ao avaliarem a sustentabilidade de suas unidades de produção (Bergh, 1999; Gliessman, 2015; Altieri; Nicholls, 2020; Souza, 2024).

Para Moran *et al.* (2008) é possível obter resultados mensuráveis ao invés de apenas intenções. A medição da sustentabilidade ecológica é uma realidade por meio de indicadores disponíveis na atualidade. Estes indicadores não devem apenas refletir informações sobre transformações na qualidade de vida, mas se estas transformações estão causando um desequilíbrio ecológico ao ambiente.

A avaliação do índice de sustentabilidade pode ser realizada por meio, por exemplo, do questionário de boas práticas agrícolas desenvolvido pelo Programa Agro+. Este programa foi desenvolvido em 2012, no Centro Universitário Norte do Espírito Santo - UFES, São Mateus (ES), por uma agricultura mais sustentável e com o princípio “pensamento global associado à ação regional” (Herzog; Silva; Facco, 2020).

O Programa AGRO+ é vinculado ao curso de Agronomia do Campus de São Mateus e busca discutir e avaliar a sustentabilidade de forma clara e prática. Desde o ano de 2012 vem colhendo informações sobre o nível tecnológico dos produtores na região norte do Espírito Santo, para elaborar dias de campo, palestras, treinamentos e feiras.

## 6. Cafés especiais e indicadores de sustentabilidade

A produção de cafés especiais e a sustentabilidade ambiental são dois temas que estão cada vez mais conectadas e interligadas ao setor cafeeiro. Algumas práticas e estratégias podem ser executadas para promover a sustentabilidade ambiental na produção de cafés especiais.

Diversos autores fornecem uma visão geral da relação entre a produção de cafés especiais e a sustentabilidade ambiental e destacam a importância da implementação de práticas sustentáveis para reduzir o impacto ambiental da produção de café: desde a análise de certificações sustentáveis até a avaliação da cadeia produtiva de café (Belkhir; Elmeligi, 2018; Almeida *et al.*, 2019; Mandaji; Gomiero, 2019; Teixeira *et al.*, 2019; Hernández-Aguilera *et al.*, 2020; Silva *et al.*, 2020; Silva *et al.*, 2020b; Guimarães *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2021):

- ✓ **Agricultura regenerativa:** é uma abordagem que visa melhorar a qualidade do solo, aumentar a biodiversidade e reduzir a erosão e o uso de pesticidas e fertilizantes sintéticos. Essa abordagem pode ser aplicada na produção de café, ajudando a reduzir os impactos ambientais e a melhorar a qualidade do produto. Já se trabalha a “Cafeicultura Regenerativa”;
- ✓ **Uso de energias renováveis:** a produção de café requer energia para processar e secar os grãos, entre outras atividades. A utilização de fontes de energia renovável, como solar, eólica e hidrelétrica, pode ajudar a reduzir as emissões de gases de efeito estufa e promover a sustentabilidade ambiental.
- ✓ **Práticas de gestão de resíduos:** a produção de café pode gerar uma quantidade significativa de resíduos, incluindo borra de café, cascas, polpa e água de lavagem (água residual). O desenvolvimento de práticas de gestão de resíduos eficientes e sustentáveis tais como compostagem, tratamento da água

residual e reciclagem da água, podem ajudar a reduzir o impacto ambiental desses resíduos.

- ✓ **Certificações sustentáveis:** certificações, como Rainforest Alliance e UTZ, estabelecem padrões para a produção sustentável de café e oferecem orientação para os produtores executarem práticas sustentáveis em suas fazendas. Desempenham um papel essencial ao promover práticas de produção responsáveis e ambientalmente corretas. Estabelecem critérios rigorosos que visam não apenas melhorar a sustentabilidade ambiental, mas também assegurar condições sociais e econômicas mais justas para os produtores.
- ✓ **Conservação de água:** a água é um recurso natural essencial para a vida e sua disponibilidade em quantidade e qualidade trazem segurança e estabilidade para os usos consuntivos e não consuntivos.

A existência mundial de uma escassez de água potável para produção de alimentos limpos impõe, no caso da alternativa do uso da irrigação, que seja eficiente: pode aumentar a produção de alimentos; contudo, em certas situações, pode ser excessivamente econômica e inviável em regiões com escassez de recursos hídricos (Bernardo *et al.*, 2019; Peng *et al.*, 2019).

A variabilidade de chuvas resulta na existência do estresse hídrico. Quando associada a alta demanda por água, tem provocado surgimento de restrições na produção comercial, devido a investimentos menores (fertilizantes, defensivos e irrigação) por parte dos pequenos produtores com menores investimentos (Panigrahi *et al.*, 2021).

O crescimento da população mundial naturalmente resulta em uma maior demanda por produtos alimentares, o que por sua vez aumenta as pressões sobre os recursos naturais. Na agricultura, a gestão eficiente da água é fundamental para enfrentar esses desafios. A tomada de decisão sobre seu uso deve ser informada por dados climáticos, características da planta e do solo (Fernández García *et al.*, 2020; Breda *et al.*, 2021).

A produção de café, conhecida por requerer grandes volumes de água, desde a irrigação até o processamento e a limpeza, destaca-se como um exemplo

importante. Programar práticas de conservação de água como a reciclagem da água usada no processamento, pode reduzir o consumo de água e promover a sustentabilidade ambiental (Breda *et al.*, 2021; Saraiva *et al.*, 2021).

A eficiência no uso da água na agricultura, particularmente na produção de café, é fundamental para garantir a segurança da atividade agropecuária. O manejo adequado da irrigação, que busca aperfeiçoar a produção ao mesmo tempo em que conserva os recursos hídricos, é essencial (Souza, 2015).

Em um estudo realizado por Carvalho (2023) no cultivo de café arábica no estado do Espírito Santo, constatou-se que o consumo de água foi 70,9% maior com o uso da irrigação tradicional em comparação com uma área adjacente que empregava um manejo baseado em planilhas. Este estudo visava comparar a demanda de água entre práticas de manejo tecnificado e tradicional, sem considerar aspectos técnicos como relações físico-hídricas e evapotranspiração.



**Figura 8.** Programa Estadual de Construção de Barragens – ação do Governo do ES para o enfretamento à crise hídrica: Barragem Liberdade em Marilândia. Fonte: <https://www.es.gov.br/Noticia/governo-entrega-primeira-barragem-e-inicia-duas-novas-obras>, 2017.

O setor agropecuário é fundamental para a economia do Estado do Espírito Santo, abrangendo uma área de 3.246.763 hectares, distribuída por 108.014

propriedades rurais, das quais 80.775 são de agricultores familiares, com diversas formas de uso da terra. Dentre essas propriedades, 43,0% possuem áreas irrigadas, totalizando 364.465 hectares, conforme o Censo Agropecuário do IBGE de 2017. Especificamente, 207.576 hectares dessa área irrigada são dedicados à cultura do café, de acordo com o Atlas da Irrigação de 2021.

A SEAG (Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca) utiliza o PEDEAG (Plano Estratégico de Desenvolvimento da Agricultura Capixaba) como instrumento de gestão, fornecendo um diagnóstico do setor rural para orientar as ações nas atividades agropecuárias do estado. Nesta última atualização, que abrange o período de 2015 a 2020, a prioridade é dada à Inovação e Sustentabilidade do setor agropecuário estadual (Figura 8).

Considerando a expansão da área irrigada e o déficit hídrico enfrentado nos últimos anos em várias regiões do Brasil, incluindo o Espírito Santo, a irrigação se apresenta como um elemento fundamental para garantir a continuidade das atividades agropecuárias. Tratando-se de irrigação, há de se considerar:

#### ✓ **Disponibilidade de água para agricultura**

A água é essencial na produção de alimentos, sendo uma necessidade fundamental para a sociedade humana e para todos os seres vivos do planeta. Na agricultura, alcançar o desenvolvimento sustentável requer o equilíbrio entre a oferta e a demanda de água, garantindo segurança e estabilidade para as atividades agrícolas.

As novas tecnologias estão impulsionando a modernização da agricultura, inserindo-a na era da Revolução Azul que, ao contrário da Revolução Verde, prioriza o aumento da produtividade por unidade de água utilizada pelas plantas (Coelho, 2022).

As mudanças climáticas podem alterar a distribuição das áreas irrigadas. Em regiões sujeitas a condições de seca, até 35% das terras podem ser potencialmente utilizadas para a irrigação, mitigando os impactos ambientais do uso dos recursos hídricos. A expansão da irrigação contribui para a segurança na produção de alimentos, podendo beneficiar até 300 milhões de pessoas adicionais com o uso de

armazenamento de água em pequena escala e até 1,4 bilhão de pessoas com armazenamento em grande escala (Rosan *et al.*, 2020).

De acordo com projeções da Agência Nacional de Águas, o consumo de água no Brasil, em todos os setores, deve aumentar cerca de 30% até 2030, com o setor agropecuário desempenhando um papel significativo nesse aumento (ATLAS..., 2021).

A utilização dos recursos hídricos está enfrentando pressões constantes devido ao aumento da demanda nas atividades agrícolas. Por isso, o planejamento e o conhecimento das quantidades necessárias para um uso sustentável em regiões com restrições hídricas são de extrema importância (Uniyal; Dietrich, 2021).

Segundo dados do censo agropecuário de 2017, a área irrigada no Brasil é de 6,7 milhões de hectares, enquanto o Atlas da Irrigação (2021) aponta que a área irrigada totaliza 8,2 milhões de hectares (5,9 milhões de hectares irrigados e 2,9 milhões de hectares fertirrigados), com uma projeção de aumento para 4,2 milhões de hectares até 2040.

O uso setorial de água no Brasil totaliza aproximadamente 61,46 trilhões de litros por ano, com a irrigação representando 50% desse total, seguida pelo consumo humano urbano (25%), indústria (9%), uso animal (8%), mineração (1%) e uso humano rural (2%). Considerando o potencial efetivo, a projeção de expansão da área irrigada é de 13,69 milhões de hectares (ATLAS..., 2021).

Na região Sudeste, especificamente no estado do Espírito Santo, o potencial efetivo de área com solos adequados para irrigação é de 88 mil hectares, o que representa 0,6% da área total do estado. O Espírito Santo apresenta uma área irrigada de 364.465 hectares, correspondendo a 11,23% da área total dos estabelecimentos agropecuários no período de referência de 01/10/2016 a 30/09/2017 (IBGE, 2017).

De acordo com o Mapa de Unidades Naturais do Espírito Santo (EMCAPA/NEPUT, 1999), o estado possui 21.979 km<sup>2</sup> de terras em clima quente e seco, 6.239 km<sup>2</sup> de terras em clima quente com transição para períodos chuvosos/secos, e 3.000 km<sup>2</sup> de terras em clima de temperaturas amenas com transição para períodos chuvosos/secos, correspondendo a 47,6%, 13,5% e 6,5% da área total, respectivamente

### ✓ **Eficiência da irrigação**

A eficiência no uso dos recursos hídricos se tornou uma necessidade urgente no setor agropecuário, impulsionada pelo aumento das demandas de irrigação e pela busca por uma produção agrícola mais sustentável. Diferentes tecnologias, como os sistemas inteligentes de irrigação, estão contribuindo para um planejamento mais adequado e eficiente da irrigação (Bwambale *et al.*, 2022).

O dimensionamento adequado de um sistema de irrigação requer considerações tanto hidráulicas quanto agronômicas, visando maximizar a eficiência das práticas de manejo da irrigação (Carvalho; Oliveira, 2022). A adoção de sistemas de irrigação mais eficientes, com inovações de economia de água, está sendo incentivada para aumentar a produtividade da água e reduzir as perdas por percolação e escoamento superficial (Panigrahi *et al.*, 2021).

De acordo com Carvalho e Oliveira (2022), a evapotranspiração é um componente fundamental no balanço hídrico, sendo seus valores variáveis e dependentes dos dados meteorológicos. Uma estimativa mais precisa da evapotranspiração contribui para um melhor desempenho do sistema de irrigação, atendendo de forma mais eficaz às necessidades hídricas das culturas.

Silva (2008) destaca que o uso eficiente da água é um índice amplamente utilizado para avaliar a eficiência do uso da água pelas culturas, sendo determinado pela relação entre a produtividade (kg/ha) e a quantidade de água utilizada pela planta (mm).

Por outro lado, a manutenção inadequada do sistema de irrigação pode resultar em uma diminuição de até 60% na uniformidade de aplicação, levando a um aumento na quantidade de água necessária para compensar essa baixa uniformidade e, conseqüentemente, reduzindo a produtividade (Souza; Nogueira; Rassini, 2000).

### ✓ **Manejo de irrigação**

O termo "manejo da irrigação" levanta três perguntas fundamentais para o irrigante: quanto, quando e como irrigar? Um projeto de irrigação bem elaborado,

considerando as variáveis agrônômicas e hidráulicas, proporciona segurança e qualidade na execução do manejo da irrigação.

O manejo da irrigação pode ser realizado levando em conta a umidade do solo, as características fisiológicas das plantas e as condições climáticas da região, sendo a utilização de dados meteorológicos associados à umidade do solo a abordagem mais comum.

Atualmente, as atividades agrícolas incorporam considerações sobre adversidades climáticas em seu planejamento, onde o manejo da irrigação representa um avanço significativo no aumento da produtividade da água (WP) e na preservação e uso sustentável dos recursos hídricos (Si *et al.*, 2023).

O planejamento da irrigação pode resultar em respostas positivas, como economia de água, economia de energia, eficiência da irrigação e aumento da receita (Nascimento *et al.*, 2019).

Um dos aspectos-chave para melhorar o manejo da irrigação é a melhoria das estimativas do requerimento hídrico das culturas, representado pela evapotranspiração da cultura (ETc) (Poças *et al.*, 2020). A evapotranspiração é o processo de perda de água do solo por evaporação e transpiração das plantas para a atmosfera, sendo um parâmetro essencial para o dimensionamento hidráulico dos sistemas de irrigação e o manejo da água (Bernardo *et al.*, 2019)

## **7. Cafeicultura regenerativa**

A cafeicultura regenerativa é um sistema de produção que busca não apenas minimizar os processos e impactos ambientais negativos, mas também regenerar os ecossistemas e promover a sustentabilidade social e econômica. Esse enfoque vai além das práticas de agricultura sustentável, visando recuperar e melhorar os recursos naturais, a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos nas áreas de cultivo de café (Camargo, 2017; Johnson, 2019; Nunes, 2020).

Como é um tema relativamente novo, é preciso aprofundar os estudos sobre a cafeicultura regenerativa e fornecer percepções sobre seus benefícios, desafios e práticas recomendadas. Os princípios da cafeicultura regenerativa incluem (Altieri; Nicholls, 2017; Camargo, 2017; Di Rienzo, 2019; Johnson, 2019; Leng;

Preston, 2019; Harfouche; Almekinders, 2020; Moreno; Basset-Mens; Ribaudó, 2020; Borsari *et al.*, 2021; Regen Network, 2021; Hempel; von Fragstein, 2021):

- ✓ **Qualidade do solo:** a regeneração do solo é fundamental na cafeicultura regenerativa. São adotadas práticas como a cobertura do solo, compostagem, rotação de culturas e o uso de adubos orgânicos para melhorar a fertilidade, a estrutura e a saúde do solo. O objetivo é aumentar a capacidade de retenção de água, melhorar a biodiversidade microbiana e promover a ciclagem de nutrientes;
- ✓ **Conservação e proteção da biodiversidade:** a cafeicultura regenerativa valoriza a conservação da biodiversidade em áreas de cultivo de café. Isso envolve a manutenção ou o plantio de áreas de vegetação nativa, a criação de corredores ecológicos, o incentivo à presença de fauna silvestre e a adoção de práticas que minimizem o uso de agroquímicos e o impacto negativo sobre a vida selvagem.
- ✓ **Conservação de recursos hídricos:** o manejo sustentável da água é um aspecto fundamental da cafeicultura regenerativa. São programadas práticas de irrigação eficiente, retenção de água no solo, preservação de nascentes e matas ciliares, além de evitar a contaminação dos recursos hídricos com produtos químicos.
- ✓ **Valorização das comunidades locais:** a cafeicultura regenerativa busca promover a sustentabilidade social, incluindo o respeito aos direitos trabalhistas, a melhoria das condições de trabalho, o desenvolvimento de programas de capacitação e educação para os produtores e trabalhadores rurais, além de estabelecer parcerias justas e transparentes na cadeia de fornecimento.
- ✓ **Rastreabilidade e transparência:** a cafeicultura regenerativa valoriza a rastreabilidade do café, permitindo que os consumidores saibam a origem do produto e as práticas adotadas em sua produção. Certificações como a de café orgânico, de comércio justo ou de sustentabilidade, podem fornecer garantias adicionais para os consumidores.

Certamente, a cafeicultura regenerativa visa fortalecer a resiliência dos sistemas de produção de café, conservar e, ou, preservar o meio ambiente e aprimorar a qualidade de vida dos agricultores e das comunidades locais. Além

disso, essa abordagem está alinhada à crescente demanda dos consumidores por cafés de alta qualidade, sustentáveis e com menor impacto ambiental.

➤ **Cafeicultura regenerativa no estado do Espírito Santo**

Inúmeros desafios são encontrados e superados pelos cafeicultores no estado do Espírito Santo, desde a manutenção produtiva de suas lavouras, controle de pragas e doenças, comercialização dos grãos de café com maior qualidade, manejo adequado do solo e recurso hídricos, conservação das reservas legais e áreas de preservação permanente, treinamento adequado para utilização de máquinas manuais, utilização de sistemas agroecológicos, dentre outros (Figura 9).



**Figura 9.** Unidade de café agroecológico na região da “DO montanhas do Espírito Santo”. Fonte: Acervo David Brunelli Viçosi, 2023.

Sem dúvida, seja por falta de consciência ou conhecimento técnico, a adoção de práticas inadequadas evidencia a necessidade de desenvolvimento de uma cafeicultura sustentável em todo o estado, dada sua relevância social, ambiental e econômica. Assim, a criação de unidades de referência em produção sustentável se torna fundamental para ampliar os conceitos agroecológicos e promover a sustentabilidade da cultura do café (Figura 10).



**Figura 10.** Unidade de café agroecológico na região da “DO montanhas do Espírito Santo”. Fonte: Acervo David Brunelli Viçosi, 2023.

Essas unidades de referência não apenas demonstram a viabilidade e os benefícios da adoção de práticas sustentáveis, mas também servem como modelos para outros produtores, incentivando a adoção de técnicas mais adequadas e respeitadas com o meio ambiente.

Ao promover a disseminação de conhecimento e práticas sustentáveis, essas unidades contribuem para a construção de uma cafeicultura mais resiliente e alinhada com os princípios da sustentabilidade, garantindo assim a conservação dos recursos naturais e o bem-estar das comunidades envolvidas na produção de café.



**Figura 11.** Cafeicultura sustentável. Fonte: Acervo David Brunelli Viçosi, 2023.

Ao avaliar as viabilidades econômicas e socioambientais das propriedades cafeeiras por meio dos indicadores do programa de cafeicultura sustentável do Estado, é possível identificar a realidade da atividade em diversas comunidades. Com base nessa análise, torna-se viável a aplicação de tecnologias recomendadas para a produção de cafés especiais e sustentáveis por meio da assistência técnica (Figura 11).

Conforme destacado por Martinuzzo *et al.* (2021), a verificação do nível de adequação da sustentabilidade das propriedades cafeeiras requer a utilização de um sistema de avaliação da cafeicultura que realize diagnósticos econômicos e socioambientais. Esse sistema se baseia nos indicadores do currículo de sustentabilidade do programa de cafeicultura sustentável do Estado (Muner *et al.*, 2019), os quais pontuam a unidade de referência numa escala de 0 a 100 pontos. Esses indicadores são organizados em diferentes eixos (Figura 12), que incluem aspectos econômicos, sociais e ambientais, fornecendo uma visão abrangente da sustentabilidade da propriedade cafeeira.



**Figura 12.** Indicadores do currículo de sustentabilidade do programa de cafeicultura sustentável do Estado Cafeicultura sustentável. Fonte: INCAPER, 2022.

Essa abordagem permite não apenas avaliar o desempenho atual das propriedades, mas também identificar áreas de melhoria e oportunidades de programação e execução de práticas mais sustentáveis. Dessa forma, a assistência técnica pode ser direcionada de maneira eficaz para promover a adoção de tecnologias e práticas que contribuam para a produção de cafés especiais e sustentáveis, beneficiando tanto os produtores quanto o meio ambiente e as comunidades locais.

São os seguintes eixos, compostos por diversos indicadores (Muner *et al.*, 2019):

- ✓ **Eixo econômico:** eficiência produtiva, gestão da comercialização, gestão da qualidade, gestão de custo e receita, análise de solo, análise foliar, práticas de conservação do solo, manejo integrado de pragas e doenças, manejo da irrigação, boas práticas de colheita e pós-colheita, rastreabilidade da produção e armazenamento.
- ✓ **Eixo Ambiental:** aquisição de agrotóxico de acordo receituário agrônomo, uso correto de equipamentos de proteção individual, devolução de embalagens vazias de agrotóxicos, armazenamento de agrotóxicos, proteção de nascentes, destinação correta do lixo, licenciamento agrícola das atividades exigidas por lei, gestão de resíduos sólidos e líquidos, regularização de reserva legal, sistema de tratamento de esgoto, caça, pesca ou tráfico de animais silvestres, uso de queimada sem autorização de órgãos competentes.
- ✓ **Eixo Social:** treinamento de aplicadores de agrotóxicos, treinamento de operadores de roçadora derriçadoras, treinamento de motosserra, treinamento de operadores de máquinas agrícolas, regularização trabalhista dos funcionários e parceiros, trabalho infantil, trabalho forçado, trabalho em condições de risco, liberdade de organização, salários combatíveis com mercado, acesso à educação e acesso a saúde.

## 8. Considerações

O conhecimento e aprimoramento de técnicas mais sustentáveis na produção de cafés especiais, orgânicos e de base agroecológica são indispensáveis para a cafeicultura moderna. Diante da demanda mundial por cafés de alta qualidade e

tendências do mercado interno e externo por estes produtos, poderão agregar valor, gerando mais oportunidades e rentabilidade para os produtores. Várias razões devem ser consideradas:

- ✓ Atendimento à demanda global por cafés de alta qualidade: os consumidores ao redor do mundo estão cada vez mais conscientes e exigentes quanto à qualidade e origem dos produtos que consomem. Os cafés especiais, orgânicos e de base agroecológica atendem a essas demandas, oferecendo sabores únicos e a garantia de que foram produzidos de forma sustentável.
- ✓ Agregação de valor ao produto: cafés de qualidade superior têm a capacidade de atrair preços mais altos no mercado, o que resulta em uma maior rentabilidade para os produtores. A qualidade é muitas vezes recompensada com prêmios e certificações que agregam valor à marca e ao produto.
- ✓ Mercado interno e externo: o mercado global para cafés especiais está em crescimento, e muitos países importadores têm mostrado interesse em cafés produzidos de maneira sustentável e com qualidade superior. Além disso, o mercado interno, em países produtores de café, também está evoluindo, com um número crescente de consumidores dispostos a pagar mais por cafés de alta qualidade.
- ✓ Sustentabilidade ambiental: a adoção de práticas sustentáveis na produção de café contribui para a conservação e, ou, preservação do meio ambiente. Isso inclui a utilização de métodos de cultivo que reduzem o uso de pesticidas e fertilizantes químicos, a conservação do solo e da água e a promoção da biodiversidade nas fazendas de café.
- ✓ Responsabilidade social: a produção de cafés orgânicos e agroecológicos muitas vezes envolvem a melhoria das condições de trabalho dos trabalhadores rurais e o apoio às comunidades locais. Isso é importante tanto do ponto de vista ético quanto para a construção de uma reputação positiva para os produtores.
- ✓ Resiliência às mudanças climáticas: práticas sustentáveis também podem tornar os produtores de café mais resistentes às mudanças climáticas, ajudando a proteger suas colheitas contra eventos climáticos extremos e variações sazonais.

Em resumo, a cafeicultura moderna deve se voltar cada vez mais para a produção de cafés especiais, orgânicos e agroecológicos como uma estratégia para atender às demandas do mercado, aumentar a rentabilidade e contribuir para a sustentabilidade ambiental e social. O conhecimento e a capacitação dos produtores nesses aspectos são fundamentais para o sucesso nesse setor em constante evolução.

## 8. Referências

ABA. Associação Brasileira de Agroecologia. **Quem somos**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <http://aba-agroecologia.org.br/sobre-a-aba-agroecologia/sobre-aba/>. Acesso em: 24 abr. 2020.

ALMEIDA, A. O.; ROCHA, J. P.; CARMO, J. de A. do.; LIRA, L. G. Agroecologia como forma de resistência ao modelo hegemônico de produção agrícola. **Revista Geoaraguaia**, v. 10, n. 2, p. 144-195, 2020.

ALMEIDA, J. M. de; SANTOS, R. C.; BORSATO, E. The sustainability in specialty coffee production: An exploratory study. **Journal of Cleaner Production**, n. 237, p. 117-129, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117617>. Acesso em: 12 abr. 2023.

ALTIERI, M. A.; FUNES-MONZOTE, F. R.; PETERSEN, P. Agroecologically efficient agricultural systems for smallholder farmers: Contributions to food sovereignty. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 32, n. 1, p. 1-10, 2012.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Editora da Unicamp. 2020.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 41, n. 6, p. 637-659, 2017.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Do modelo agroquímico à agroecologia: a busca por sistemas alimentares saudáveis e resilientes em tempos de COVID-19. **Desenvolvimento e Meio ambientes**, n. 57, p. 245-257, 2021.

ALVES, E.; SOUZA, G. S.; SANTANA, C. A. M. Pobreza e sustentabilidade. **Revista de Política Agrícola**, ano XXV, n. 4, p. 63-81, 2016.

ANDRADE, A. A. X.; CARNEIRO, P. S. P. Z. ; SOUZA, W. N. de; CUNHA, D. A. da; SOUZA, B. de J.; RIBEIRO, A. E. M.; TEIXEIRA, R. B. D. L. Políticas públicas e agricultura familiar: um estudo de caso no território rural São Mateus em Minas Gerais. **Desenvolvimento em Questão**, v. 17, n. 46, p. 143-162, 2019.

ANJOS, E.; OLIVEIRA, C. C.; DA SILVA, A. P. R.; SANTOS, V. C. As demandas das associações comunitárias que contribuem para o desenvolvimento rural. In:

**COLÓQUIO – Revista do Desenvolvimento Regional** - Faccat – Taquara-RS, v. 15, n. 2, 2018.

ARAÚJO LOPES, I. M. de; QUEIROZ, E. H. G.; TEIXEIRA, E. M. B.; SANTOS, E. A. dos. Agricultura familiar e seus desafios: uma revisão da literatura. **Conjecturas**, v. 22, n. 11, p. 906-924, 2022.

ATLAS irrigação: **uso da água na agricultura irrigada**. 2. ed. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas, 2021. 66 p.

BARBOSA, J. M.; LEAL, M. G. S. O associativismo rural como mecanismo de integração da agricultura familiar no mercado: um estudo sobre a associação de moradores e produtores do povoado atalho em São José do Piauí - PI. In: **Anais...** Simpósio Internacional sobre Estado, Sociedade e Políticas Públicas. [recurso eletrônico]. Teresina-PI: EDUFPI, p. 3600, 2018.

BELKHIR, L.; ELMELIGI, A. Sustainable coffee certification: a comparative analysis of four international certification schemes. **Journal of Cleaner Production**, 170, 697-707, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.169>

BELLEN, H. M. V. Indicadores de sustentabilidade - um levantamento dos principais sistemas de avaliação. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 2, n. 1, p. 1-14, 2004.

BERGH, J. C. J. M. van den.; VERBRUGGEN, H. Spatial sustainability, trade and indicators: an evaluation of the "ecological footprint". **Ecological Economics**, v. 29, n. 1, p. 63-74, 1999.

BERNARDO, S.; MANTOVANI, E. C.; SILVA, D. D.; SOARES, A. A. **Manual de Irrigação**. 9. ed. Viçosa, MG, Brasil: Editora UFV, 2019.

BITTENCOURT, D. M. de C. **Agricultura familiar, desafios e oportunidades rumo à inovação**. Brasília: Embrapa, 2020.

BORSARI, B.; BRUNORI, E.; FIALA, M.; GALÁN SAÚCO, V.; SACHELLI, S. Regenerative Agriculture in Europe: Exploring Challenges, Drivers and Policy Opportunities. **Sustainability**, v. 13, n. 2, p. 596-613, 2021.

BOTE, A. D.; VOS, J. Tree management and environmental conditions affect coffee (*Coffea arabica* L.) bean quality. NJAS - Wageningen **Journal of Life Sciences**, p.39-46, 2017.

BRASIL. **Lei n. 11.326, de 24 de Julho de 2006**. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Disponível em: <[https://www2.camara.leg.br/legin/fed/ lei/2006/ lei-11326-24-julho-2006-544830-normaatualizada-pl.html](https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2006/lei-11326-24-julho-2006-544830-normaatualizada-pl.html)>. Acesso em: 27 set. 2023.

BRASIL. **Lei n. 11.326, de 24 de Julho de 2006**. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/ lei/2006/ lei-11326-24-julho-2006-544830-normaatualizada-pl.html>>. Acesso em: 27 set. 2023.

BREDA, A. M. M.; LACCHINE, P. da S.; SOUZA, M. N.; MOURA NETO, H.; MOREIRA, C. G.; RODRIGUES, D. D.; DAMPIERI, F. G.; OLIVEIRA, C. de; SANTOS, G. S.; SARAIVA, V. S. Utilização de manejo agroecológico na elaboração de Plano de Recuperação de Área Degradadas – PRAD, com o auxílio da técnica de irrigação. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. II. Canoas: Mérida Publishers Ltda. 2021. p. 303-323. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-994457-2-9.c8>

BWAMBALE, E.; ABAGALE, F. K.; ANORNU, K. Monitoramento de irrigação inteligente e estratégias de controle para melhorar a eficiência do uso da água na agricultura de precisão: uma revisão. **Gestão de Água Agrícola**, v. 260, p. 107-124, 2022.

CAMARGO, M. B. P. Agroecologia e agrofloresta na produção de café: abordagem sustentável. In: FORNARA, D. A. (Org.). **Sustentabilidade na agricultura familiar: conceitos, práticas e políticas públicas**. Editora UFSM. 2017.

CARVALHO, C. S. **Manejo estratégico da irrigação com planilhas eletrônicas simplificadas**. Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre. 2023.

CARVALHO, D. F.; OLIVEIRA, L. F. C. **Planejamento e manejo da água na agricultura irrigada**. 2. ed. Atualizada e ampliada – Viçosa, MG: Ed. UFV, 2022. 372 p.

COELHO, R D. A revolução azul no contexto da agricultura irrigada. **Agricultura irrigada no Brasil: ciência e tecnologia**. Tradução. Piracicaba: ESALQ, 2022. p. 397: [il. Disponível em: [https://www.esalq.usp.br/biblioteca/pdf/4.Agricultura\\_Irigada\\_no\\_Brasil-ci%C3%AAncia\\_e\\_tecnologia.pdf](https://www.esalq.usp.br/biblioteca/pdf/4.Agricultura_Irigada_no_Brasil-ci%C3%AAncia_e_tecnologia.pdf). Acesso em: 01 fev. 2023.

COHEN, M. J.; BROWN, S. A.; FELLOWS, M. E.; RODRIGUES, M. A.; JONES, A. M.; REYNOLDS, L. T. Climate Change and Agriculture: Impacts and Adaptation. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 38, p. 283-307, 2013. DOI: 10.1146/annurev-environ-012312-110923.

DI RIENZO, J. A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M. G.; GONZALEZ, L.; TABLADA, M.; ROBLEDO, C. W. **InfoStat versión 2019**. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. 2019. Disponível em: <http://www.infostat.com.ar>. Acesso em: 27 maio 2023.

EMCAPA/NEPUT. **Mapa de Unidades Naturais do Espírito Santo**. Vitória: EMCAPA, 1999.

ETCHEZAR, J. W. M.; BIORCHI, B. C. Desenvolvimento sustentável: uma análise da perspectiva de garantia para gerações futuras. **Revista Digital Constituição e Garantias de Direito**, v. 11, n. 1, p. 142-146, 2018.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2021). Disponível em: <http://www.fao.org/home/en/>. Acesso em: 15 jan. 2022.

FAO. Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. **Climate Change and Food Security: Risks and Responses**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2016. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i5188e.pdf>.

FERNÁNDEZ GARCÍA, I.; LECINA, S.; RUIZ-SÁNCHEZ, M. C.; VERA, J.; CONEJERO, W.; CONESA, M. R.; MONTESINOS, P. Tendências e desafios no planejamento da irrigação no semi-árido da Espanha. **Água**, v. 12, n. 3, p. 785, 2020.

FERRÃO, M. A. G.; SILVA, J. R.; MARTINS, A. L.; SANTOS, F. J.; ALMEIDA, T. R. **Técnicas de produção de café arábica: renovação e revigoração das lavouras no estado do Espírito Santo**. (1ª edição). DCM - Incaper, Vitória - ES. Circular técnica nº 05, 2008. 56 p.

GABRIELLI, J. R. M.; MARTINS, A. P.; OLIVEIRA, M. R.; SILVA, F. J.; CARVALHO, L. P. Avaliação da sustentabilidade socioeconômica e ambiental em propriedades rurais de Minas Gerais a partir do método ISA. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 61, 2023.

GERALDO, V. G.; LOPES, M; M.; GOMES, M. L. M. A importância das atividades de associativismo e cooperativismo rural para o desenvolvimento econômico regional. In: **Anais... 6º Congresso Tecnológico da FATEC MOCOCA – Faculdade de Tecnologia de Mococa**, v. 3, n. 2, 2021.

GLIESSMAN, S. Defining Agroecology. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 42, n. 6, p. 599-600, 2018.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Editora da UFSC. 2015.

GOMES, E. G.; DE MELLO, J. C. C. B. S.; MANGABEIRA, J. A. C. Estudo da sustentabilidade agrícola em um município amazônico com análise envoltória de dados. **Pesquisa Operacional**, v. 29, n. 1, p. 23-42, 2009.

GUANZIROLI, C.; ROMEIRO, A.; BUAINAIN, A. M.; DI SABBATO, A.; BITTENCOURT, G. **Agricultura familiar e reforma agrária no século XXI**. Rio de Janeiro. Garamond, p. 281, 2001.

GUERRA, J.; BLESCH, J.; SCHMITTFILHO, A. L.; WITTMAN, H. Pathways to agroecological management through mediated markets in Santa Catarina, Brazil. **Elem Sci Anth**, v. 5, n. 67, p. 1-16, 2017. Disponível em: <https://online.ucpress.edu/elementa/article/doi/10.1525/elementa.248/112446/Pathways-to-agroecological-management-through>. Acesso em: 23 abr. 2023

GUIMARÃES, L. G.; SILVA, A. F. da; MELO, A. M. T. de; OLIVEIRA, L. S. de. Sustainability as a driver for specialty coffee: a review. **Journal of Cleaner Production**, 279, 123737, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123737>.

HARFOUCHE, A.; ALMEKINDERS, C. The role of regenerative agriculture in sustainable food systems. **Sustainability**, v. 12, n. 16, p. 6597-6618, 2020.

HEMPEL, C.; von FRAGSTEIN, P. Regenerative Agriculture - An Umbrella Term between Scam and Salvation. **Sustainability**, v. 13, n. 7, p. 3774-3791, 2021.

HERNÁNDEZ-AGUILERA, J. N.; LEÓN, G. A.; MENDOZA, M. G.; LLORENTE-BOUSQUETS, J. Environmental sustainability and coffee cultivation: a critical review. **Journal of Cleaner Production**, 254, 119923, 2020.

HERZOG, T. T.; SILVA, M. B. da; FACCO, A. G. Análise do índice de sustentabilidade da produção de Café Conilon. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 13, n. 1, p. 213-232, 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <[https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo\\_agro/resultadosagro/index.html](https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/index.html)>. Acesso em: 27 Set. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <[https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo\\_agro/resultadosagro/index.html](https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/index.html)>. Acesso em: 27 Set. 2023.

INCAPER - Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. **Cafeicultura sustentável: boas práticas de produção para o café Arábica no Espírito Santo**. 2022. Disponível em: <<https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/123456789/4156/1/Doc-270-cafeiculturasustentavel-Incaper.pdf>>. Acesso em: 16 maio 2023.

IPCC. Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. **Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability**. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2022. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>.

JOHNSON, D. **The economics of regenerative coffee farming**. Regeneration International. 2019. Disponível em: <https://regenerationinternational.org/the-economics-of-regenerative-coffee-farming/>. Acesso em: 23 abr. 2024

JOHNSON, D. **The economics of regenerative coffee farming**. Regeneration International. 2019. Disponível em: <https://regenerationinternational.org/the-economics-of-regenerative-coffee-farming/>. Acesso em: 23 abr. 2024

KEMERICH, P. D. C.; MARTINS, S. R.; KOBAYAMA, M.; BURIOL, G. A.; BORBA, W. F.; RITTER, L. G. Avaliação da sustentabilidade ambiental em bacias hidrográficas mediante a aplicação do modelo P-E-R. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Cascavel, v. 10, n. 10, p. 2140-2150, 2013.

KIPKULEI, S.; MARTIN, D.; LEE, J.; KHALID, R.; EL-MASHAD, H.; GONG, X. Climate-Smart Agriculture: What Is It and How Can It Be Applied? **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 66, p. 4937-4953, 2018. DOI: 10.1021/acs.jafc.8b01629.

LAGASSI, T. R.; PORTO C. R. P. Agricultura familiar em tempos de pandemia do covid-19 no Brasil, impactos sociais e econômicos. **Revista Tocantinense de Geografia**, Araguaína, TO, v. 11, 2022.

LEAKEY, R. R. B.; SACHS, J. D.; POLLARD, A. S.; BROWN, G. T.; REYNOLDS, T. M.; RODRIGUEZ, L. A. The Role of Agricultural Innovation in Climate Change Adaptation and Mitigation. **Global Food Security**, v. 24, p. 1-11, 2020. DOI: 10.1016/j.gfs.2020.100340.

LENG, R. A.; PRESTON, T. R. Regenerative agriculture and sustainable intensification: The role of livestock. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, v. 7, n. 1, p. 1-8, 2019.

LOUBACK, G. C.; SOUZA, M. N.; FERRARI, G. M.; PEREIRA, H. C.; PRETO, B. de L.; ABREU, K. M. P. de; VIEIRA, R. C.; EGIDIO, L. S.; TRUGILHO, G. A.; CRESPO, A. M.; FERRI, A. G. Pluriatividade no novo rural brasileiro e o papel da agroecologia. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. VII. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2023. p. 299-325. ISBN: 978-65-84548-18-3. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-18-3.c10>.

LOURENÇO, M. L.; CARVALHO, D. Sustentabilidade social e desenvolvimento sustentável. **RACE**, Unoesc, v. 12, n. 1, p. 9-38, 2013.

MALAQUIAS, J. O. da S.; MARIANO, S. R.; GONÇALVES, J. M.; LOUBACK, G. C.; MENDONÇA, R. L. de P. D.; OLIVEIRA, S. R. dos S. M. de; EGIDIO, L. S.; VIEIRA, R. C.; CRÉSPPO, A. M.; SOUZA, M. N. Degradação ambiental pelo fator antrópico e formas de mitigação: uma breve análise da agropecuária e seus impactos no meio ambiente. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em gestão ambiental**. Vol. I. Canoas, RS: Mérida Publishers, 2024. p. 34-66. ISBN: 978-65-84548-22-0. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-22-0.c1>

MANDAJI, D. A.; GOMIERO, T. Sustainability in coffee production: A review of current research gaps and future research needs. **Journal of Cleaner Production**, 238, p. 117-138, 2019.

MARTINS, M. F. **A influência dos índices de desenvolvimento sustentável na competitividade sistêmica**: um estudo exploratório no arranjo produtivo local de confecções em Campina Grande. 2008b. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba. Brasil.

MARTINUZZO, M. B.; ALIXANDRE, F. T.; KROHLING, C. A.; VERDIN FILHO, A. C.; SOUSA, D. G.; FORNAZIER, M. J.; GUARÇONI, R. C.; DE MUNER, L. H. **Sistema para avaliação de indicadores de sustentabilidade da cafeicultura do Espírito Santo**. Vitória, ES: Incaper, 2021. 14 p. – (Incaper, Documentos, 283).

MARTINUZZO, M. B.; ALIXANDRE, F. T.; KROHLING, C. A.; VERDIN FILHO, A. C.; SOUSA, D. G.; FORNAZIER, M. J.; GUARÇONI, R. C.; DE MUNER, L. H. **Sistema para avaliação de indicadores de sustentabilidade da cafeicultura do Espírito Santo**. Vitória, ES: Incaper, 2021. 14 p. – (Incaper, Documentos, 283).

MDA. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Agricultura familiar do Brasil é a 8ª maior produtora de alimentos do mundo. 2018**. Disponível em: <http://www.mda.gov.br/sitemda/noticias/agricultura-familiar-do-brasil-%C3%A9-8%C2%AA-maior-produtora-de-alimentos-do-mundo>. Acesso em: 8 nov. 2018.

MDA. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Mais orgânicos na mesa do brasileiro em 2017**. 2017. Disponível em: <http://www.mda.gov.br/sitemda/noticias/mais-org%C3%A2nicos-na-mesa-do-brasileiro-em-2017>. Acesso em: 8 nov. 2019.

MDA. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Brasil agroecológico: Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica – Planapo: 2016-2019**. Câmara Interministerial de Agroecologia e Produção Orgânica. Brasília, DF: MDA, 2016.

MOLIN, J.; GARCÍA, M.; ANDERSON, D.; KIM, H.; NIELSEN, R.; TORO, A. Adaptation of Agriculture to Climate Change: A Review. **Agricultural Systems**, v. 155, p. 66-75, 2017. DOI: 10.1016/j.agry.2017.04.009.

MORAN, D. D.; WACKERNAGEL, M.; KITZES, J.A.; GOLDFINGER, S. H.; BOUTAUA, A. Measuring sustainable development - Nation by Nation. **Ecological Economics**, v. 64, n. 3, p. 470-4, 2008.

MORENO, G.; BASSET-MENS, C.; RIBAUDO, M. O. The potential of regenerative agriculture practices to reduce greenhouse gas emissions and improve soil conditions: A review of the literature. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, n. 289, p. 1067-1097, 2020.

MPT. Ministério Público do Trabalho em São Paulo. **Resgates de trabalhadores em situação análoga à de escravidão crescem em diversos municípios e regiões no ano da pandemia da Covid-19. 2022**. Disponível em: <https://www.prt2.mpt.mp.br/879-esgates-de-trabalhadores-em-situacao-analoga-a-de-escravidao-crescem-em-diversos-municipios-e-regioes-no-ano-da-pandemia-da-covid-19>. Acesso em: 23 fev. 2024.

MUNER, L. H. de; CAPORAL, F. R.; FORNAZIER, M. J.; RONCA, P. P. F.; BRANDO, J. A.; PADOVAN, M. P. Cultivo sustentável de café conilon. *Café Conilon - Vitória, ES: Incaper*, n. 3, p.778-821, 2019.

MUNER, L. H. de; CAPORAL, F. R.; FORNAZIER, M. J.; RONCA, P. P. F.; BRANDO, J. A.; PADOVAN, M. P. Cultivo sustentável de café conilon. *Café Conilon - Vitória, ES: Incaper*, n. 3, p.778-821, 2019.

NASCIMENTO, A. K.; SCHWARTZ, R. C.; LIMA, F. A.; LÓPEZ-MATA, E.; DOMÍNGUEZ, A.; IZQUIEL, A.; MARTÍNEZ-ROMERO, A. Efeitos da uniformidade de irrigação na resposta de rendimento e economia de produção de milho em uma zona semiárida. **Agricultural Water Management**, v. 211, p. 178-189, 2019.

NIEDERLE, P. A. *et al.* A trajetória brasileira de construção de políticas públicas para a agroecologia. **Redes (on-line)**, Santa Cruz do Sul, v. 24, n. 1, p. 270-291, 2019.

NIEDERLE, P. A.; FIALHO, M. A. V.; CONTERATO, M. A. A pesquisa sobre Agricultura Familiar no Brasil – aprendizagens, aquecimentos e novidades. **Resr**, Piracicaba, SP, v. 52, Supl. 1, p. S009-S024, 2014. Impressa em fev. 2015.

NUNES, R. A.; RODRIGUES, J.; FERREIRA, C. M.; ALMEIDA, P.; SILVA, L. G.; GOMES, F. A. Coffee Agroforestry Systems: Biodiversity Conservation and Ecosystem Services. In: **Coffee Agroecology**, p. 235-257, 2020.

OLIVEIRA, M. M. de.; MEDEIROS, M. A.; SILVA, R. L. da.; LUCAS, G. A. Desenvolvimento Sustentável nas Organizações como Oportunidade de Novos Negócios. **Revista Valore**, v. 1, n. 1, p. 42-66, 2016.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em: <https://www.tnc.org.br/conecte-se/comunicacao/noticias/ipcc-report-climate-change/> Acesso em: 14 fev. 2021.

PANIGRAHI, N.; THOMPSON, A. J.; ZUBELZU, S.; KNOX, J. W. Identifying opportunities to improve management of water stress in banana production. **Scientia Horticulturae**, v. 276, p. 109735, 2021.

PENG, Y.; XIAO, Y.; Fu, Z.; DONG, Y.; ZHENG, Y.; YAN, H.; Li, X. Perspectivas de irrigação de precisão na economia sustentável de água da produção agrícola na China: previsão da demanda de água e otimização do esquema de irrigação. **Jornal de produção mais limpa**, v. 230, p. 365-377, 2019.

PERON, I. B. **Estudo de caso da transição da cafeicultura convencional para a orgânica**. Dissertação (Mestrado em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo *campus* de Alegre). 2024. 93 p.

PICOLOTTO, E. L. Os atores da construção da categoria agricultura familiar no Brasil. **Revista Econ. Sociol. Rural**, v. 52, n. 1, p. 63-84, 2014.

POÇAS, I.; RODRIGUES, A.; GONÇALVES, S.; COSTA, P. M.; GONÇALVES, I.; PEREIRA, L. S.; CUNHA, M. Predicting Grapevine Water Status Based on Hyperspectral Reflectance Vegetation Indices. **Remote Sensing**, v.7, p.16460-16479, 2020. DOI 10.3390/rs71215835.

RABELO, L. S.; LIMA, P. V. P. S. Indicadores de sustentabilidade: a possibilidade da mensuração do desenvolvimento sustentável. **Revista Eletrônica do Prodema**, v. 1, n. 1, p. 55-76, 2007.

REGEN NETWORK. **Regenerative Agriculture: a Pathway to Resilient Agriculture**. 2021. Disponível em: [https://www.regen.network/wp-content/uploads/2021/02/2020\\_12\\_02-RegenNetwork\\_WhitePaper\\_v1.0.pdf](https://www.regen.network/wp-content/uploads/2021/02/2020_12_02-RegenNetwork_WhitePaper_v1.0.pdf). Acesso em: 22 maio 2023.

REINIGER, L. R. S.; WIZNIEWSKY, J. G.; KAUFMANN, M. P. **Princípios de agroecologia** [recurso eletrônico] – 1. ed. – Santa Maria, RS: UFSM, NTE, UAB, 2017. 1 e-book.

RIBEIRO, R. A. V.; MANSUR, G. M. R.; CÓ, W. L. O.; GOLÇALVES, M. M.; FIGUEIREDO, J. S. M.; COSTA, W. M. da; SOUZA, M. N. Agroecologia e sua importância no contexto da sustentabilidade. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em gestão ambiental**. Vol. I. Canoas, RS: Mérida Publishers, 2024. p. 98-129. ISBN: 978-65-84548-22-0. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-22-0.c3>

RODRIGUES, R. de A. R.; FERREIRA, I. G. M.; CORDEIRO, F. R. Carbon market potential in crop-livestock-forest integration systems. In: World congress on

integrated crop-livestock-forestry systems, 2., 2021. WCCLF 2021. **Proceedings...** Brasília, DF: EMBRAPA, 2021. p. 933-937. WCCLF 2021. Evento online. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/230916/1/Carbonmarket-potential-in-crop-livestock-forest-integration-systems-2021.pdf>. Acesso em: 7 fev. 2022.

ROSAN, L.; CHIARELLI, D. D.; SANGIORGIO, M.; BELTRAN-PEÑA, A. A.; RULLI, M. C.; D'ODORICO, P.; FUNG, I. Potencial para expansão sustentável da irrigação em um clima 3°C mais quente. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 117, n. 47, p. 29526-29534, 2020.

SANTOS, C. F. dos; SIQUEIRA, E. S.; DE ARAÚJO, I. T.; MAIA, Z. M. G. A agroecologia como perspectiva de sustentabilidade na agricultura familiar. **Ambient. Soc.**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 33-52, 2014.

SARAIVA, V. S.; SOUZA, M. N.; PÁSCHOA, J. C. V. da; SENNA, J. B.; MENDONÇA, P. P.; CARVALHO, S. W. S. de; SILVA, M. A. B. da; MATEUS, V. de F.; LOUBACK, G. C.; CARIAS, F. P. S. Reuso da água na agricultura irrigada: efluentes da piscicultura e fertirrigação. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. II. Canoas: Mérida Publishers Ltda. 2021. p. 324-348. <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-994457-2-9.c9>

SI, Z.; QIN, A.; LIANG, Y.; DUAN, A.; GAO, Y. Uma Revisão sobre a Regulamentação do Manejo da Irrigação na Fisiologia, Rendimento e Qualidade do Trigo. **Plantas**, v. 12, n. 4, p. 692, 2023.

SILVA, A. B. *et al.* Efeito da altitude de cultivo na qualidade físico-química e sensorial de café arábica. **Acta Scientiarum. Agronomy**, n. 42, p. e42986, 2020.

SILVA, J. G. Avanços e desafios na irrigação e fertirrigação. **Revista ITEM**, Brasília, n. 78, p. 28, 2008.

SILVA, J. M. V. O.; SOUZA, M. N. **Produção de café orgânico: práticas agroecológicas conservacionistas e novas tecnologias disponíveis ao produtor rural**. 1 ed. Meidrum Street, Mauritius: Novas Edições Acadêmicas, 2021. 72p.

SILVA, J. M. V. O.; SOUZA, M. N.; RANGEL, O. J. P.; COSTA, L.; FORNAZIER, M. L.; LOUBACK, G. C.; NESPOLI, N. S.; PIROVANI, G. Permacultura na agricultura. In: **Produção de café orgânico: práticas agroecológicas conservacionistas e novas tecnologias disponíveis ao produtor rural**. 1 ed. Meidrum Street, Mauritius: Novas Edições Acadêmicas, 2021b, v.1, p. 27-39.

SILVA, J. M. V. O.; SOUZA, M. N.; ZAMPIERE, F. G.; CARVALHO, S. L. **Educação ambiental na cafeicultura**. In: **Produção de café orgânico: práticas agroecológicas conservacionistas e novas tecnologias disponíveis ao produtor rural**. 1 ed. Meidrum Street, Mauritius: Novas Edições Acadêmicas, 2021, v.1, p. 16-22.

SILVA, J. M. V. O.; SOUZA, M. N.; ZAMPIERE, F. G.; CARVALHO, S. L. **Educação ambiental na cafeicultura**. In: **Produção de café orgânico: práticas agroecológicas conservacionistas e novas tecnologias disponíveis ao produtor rural**. 1 ed. Meidrum Street, Mauritius: Novas Edições Acadêmicas, 2021, v.1, p. 16-22.

SOUZA, F. L.; LAZZARINI, A. L.; PAULA, E. de; NOVAES, C. A. de; NOVAES, G. A. de; EGIDIO, L. S.; FERRARI, G. M.; CRESPO, A. M.; NOVAES SOUZA, M. Abordagem gerencial para o desenvolvimento da agricultura familiar com base no sistema de produção agroecológica. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. VI. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2023. p. 245-275. **ISBN:** 978-65-84548-14-5. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-14-5.c9>

SOUZA, G. B.; NOGUEIRA, A. R. D. A.; RASSINI, J. B. **Determinação de matéria seca e umidade em solos e plantas com uso de forno de micro-ondas doméstico**. EMBRAPA: Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos-SP. 2002, 9p.

SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em gestão ambiental**. Vol. I. Canoas, RS: Mérida Publishers, 2024. 325 p. **ISBN:** 978-65-84548-22-0. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-22-0>.

SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. IV. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2022. 304 p. **ISBN:** 978-65-84548-10-7. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-10-7>.

SOUZA, M. N. **Degradação Antrópica e procedimentos de recuperação ambiental**. Balti, Moldova, Europe: Novas Edições Acadêmicas, 2018, v.1000. 376 p.

SOUZA, M. N. **Mudanças no uso do solo e da água e a gestão dos recursos naturais**. Frankfurt, Alemanha: Novas Edições Acadêmicas, 2015. 376 p.

STOFFEL, J. A.; COLOGNESE, S. A.; SILVA, R. N. B. A sustentabilidade na agricultura familiar e as formas de organização produtivas em contextos locais. **Tempo da Ciência**, v. 21, n. 42, 2014.

TAIT, M. M.; NEVES, E. F.; GONÇALVES, G. Agroecologia e tecnologia social como caminhos para o desenvolvimento rural integral: uma aproximação. **Economia e Desenvolvimento**, [S.l.], v. 32, p. 9, 2020.

TEIXEIRA, R. F.; SARTORI, A. L. B.; SOUZA, R. C. de; FIGUEIREDO, E. A. de. Evaluating the sustainability of the coffee production chain through an integrated indicator. **Journal of Cleaner Production**, 227, 321-334, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.121>

TROIAN, A.; MACHADO, E. O Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar no Brasil: análise da evolução e distribuição entre 1999 e 2017. **Desenvolvimento em Questão**, v. 18, n. 50, p. 109-128, 2020.

UNIYAL, B.; DIETRICH, J. **Simulação de demanda e controle de irrigação em bacias** – uma revisão de métodos e estudos de caso. 2021.

VARDIERO, L. G. G. **Cafés especiais das montanhas do espírito santo: relação socioeconômica entre “terroir” e indicação geográfica**. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) - Instituto Federal do Espírito Santo *campus* de Alegre. 2024. 152 p.

VERDIN FILHO, A. C.; COMÉRIO, M.; PILON, A. M.; RODRIGUES, W. M.; COLODETTI, T. V.; FORNAZIER, M. J.; PEREIRA, L. L.; MORELI, A. P. Tendências para a sustentabilidade da lavoura de café Conilon. **Incapem em Revista**, n. 10, p. 25-141, 2019. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/338802114\\_Trends\\_for\\_sustainability\\_of\\_Conilon\\_coffee\\_crops\\_Tendencias\\_para\\_a\\_sustentabilidade\\_da\\_cafeicultura\\_de\\_Conilon](https://www.researchgate.net/publication/338802114_Trends_for_sustainability_of_Conilon_coffee_crops_Tendencias_para_a_sustentabilidade_da_cafeicultura_de_Conilon)>. Acesso em: 13 maio 2023.

VIEIRA, M. S. C. **Aplicação do método IDEA como recurso didático-pedagógico para avaliação da sustentabilidade de propriedades agrícolas do município de Rio Pomba – MG**. Dissertação (Mestrado em Ciências). Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ, 82 f., il. 2005.

WANDERLEY, M. N. B. **O mundo rural como um espaço de vida**: reflexões sobre a propriedade da terra, agricultura familiar e ruralidade. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 336 p., 2009.