
Agricultura 4.0: Agroecologia 5.0?

Isabella da Costa Teixeira, Jéssica Delesposte Destefani, João Sávio Monção Figueiredo, Guilherme Andrião Trugilho, Sandra Regina dos Santos Moreira de Oliveira, Aline Marchiori Crespo, Marlon Alves Peçanha da Silva, Maurício Novaes Souza

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-18-3.c9>

Resumo

A Revolução Agrícola teve início aproximadamente há 12 mil anos, marcada pela domesticação de plantas e animais. Embora tenha gerado ganhos significativos em produtividade e produção, a influência do capital financeiro e a priorização de latifúndios têm levado a consequências negativas, como o desemprego e a precarização do trabalho. Isso resulta em um ciclo de exploração que provoca o êxodo rural, a formação de favelas nas áreas urbanas e o aumento da taxa de analfabetismo e da fome. No campo, essa realidade tem corroído conquistas importantes, como a democratização da terra, acesso à saúde, educação, assistência social e técnica. Além disso, estão reconfigurando as formas de trabalho no meio rural. A rápida evolução científica e tecnológica, embora traga avanços, também pode intensificar a desigualdade social e impor valores que tornam a vida desafiadora. No Brasil, as adversidades enfrentadas no campo refletem a profunda desigualdade social, com o país produzindo em larga escala, porém negligenciando as questões sociais de sua população, especialmente os produtores do modelo de produção familiar. Do ponto de vista ambiental, o crescimento acelerado da produção agrícola também é motivo de preocupação, devido aos impactos significativos resultantes da exploração industrial predatória do meio ambiente. Na agricultura, muitas técnicas têm efeitos no agroecossistema, infelizmente, em sua maioria, esses impactos e externalidades são negativos, levando à degradação e poluição ambiental. Será destacada a agricultura 4.0 e questionado se os produtores do modelo de produção familiar estão preparados para essa nova fase. Também, serão apresentadas a agroecologia e a agricultura regenerativa como propostas para a sustentabilidade no ambiente rural. Para destacar as diferenças entre os modelos de produção, serão apresentados três (3) estudos de caso que adotam abordagens distintas na agricultura, destacando tanto os impactos positivos quanto negativos. O objetivo é identificar qual modelo deve ser preferido pelos pequenos produtores rurais, visando a sustentabilidade e a promoção do bem-estar social e ambiental.

Palavras-Chave: Adversidades no campo. Degradação ambiental. Sustentabilidade. Sucessão. Soberania alimentar.

1. Introdução

A agricultura teve seu surgimento há aproximadamente 10 mil anos. Ao longo desse período, os seres humanos adaptaram seus métodos de cultivo às diversas regiões da Terra. É importante destacar que essa evolução não ocorreu de maneira uniforme em todo o mundo; pelo contrário, foi moldada pelas necessidades e acumulação de conhecimento ao longo do tempo. Assim, como se podem rastrear a propagação de uma doença por diferentes focos de infecção, também é possível traçar a disseminação da agricultura por todo o planeta (CHRISTIAN, 2019).

No entanto, os avanços científicos e tecnológicos das últimas décadas têm levado a uma transformação na economia agrícola, com um foco cada vez maior na produção e exportação de *commodities* agrícolas (Figura 1). Isso tem resultado no abandono das comunidades locais e na criação de disparidades sociais, impondo valores e desejos que tornam a coexistência incerta (ALVES; ROCHA, 2010; BALL, 2015; ANTUNES, 2020; SOUZA, 2021b).



Figura 1. Monocultivo de soja na região de Caldas Novas, GO: apesar do plantio direto, ausência de mão de obra tradicional. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2023.

Quando esses parâmetros são aplicados ao ambiente rural, uma pequena parcela da população local se beneficia, enquanto a maioria enfrenta condições precárias e se torna invisível até mesmo para o Estado. Portanto, é evidente que a adoção do modelo de produção convencional do agronegócio, priorizado pelo governo, exclui os pequenos produtores por não serem economicamente viáveis sob essa perspectiva (ANTUNES, 2020; SOUZA, 2021b).

Na prática, grandes produtores concentram sua produção para exportação, visando ao lucro, o que pode levar ao desabastecimento do mercado interno. Somente em 2019, o agronegócio representou 21% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, totalizando R\$ 322 bilhões (IBGE, 2020; RIBEIRO-SILVA et al., 2020).

A Revolução Industrial, que teve início com a descoberta das máquinas a vapor no século XVIII, trouxe uma visão de futuro em que a automação reduziria a necessidade da mão de obra humana. À medida que as máquinas desenvolvidas pelo homem continuam a substituir o trabalho físico e o conhecimento especializado em várias etapas da produção, isso coloca uma pressão significativa sobre os agricultores, forçando muitos deles a abandonar suas terras (WILLIAMS, 1989; SOUZA, 2018).

Essa expulsão de agricultores de suas terras, especialmente aqueles das comunidades tradicionais, devido ao predomínio do modelo convencional do agronegócio, é uma realidade desoladora (Figura 2). A falta de apoio por parte das autoridades e o reconhecimento insuficiente dessas comunidades contribuem para a perda de suas tradições culturais e deixam uma lacuna significativa no que diz respeito à prática agrícola e ao desenvolvimento dessas regiões.



Figura 2. Pastagens degradadas no Vale do rio Doce. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2015.

Entre os anos das décadas de 1950 e 1960, ocorreu o lançamento da chamada Revolução Verde (SANTOS et al., 2020). Essa revolução promoveu a ideia de modernização e aumento da produtividade no campo, com a expectativa de erradicar a fome, por meio da integração da tecnologia na agricultura. Nesse período, introduziu-se no campo o uso de sementes geneticamente modificadas, a aplicação de produtos químicos (agrotóxicos e fertilizantes) e a mecanização da produção, conhecidos como o "pacote tecnológico" (NEUMANN; FAJARDO; MARIN, 2017; SILVA, 2017).

A Revolução Verde, de fato, possibilitou um aumento na produção de alimentos, resultando em maior competição e redução nos preços. No entanto, também trouxe consigo sérios problemas sociais e ambientais (SANTOS, 2020). Para Neumann, Fajardo e Marin (2017), o custo elevado associado à adoção das técnicas do pacote tecnológico dificultou o acesso dos agricultores com menor poder aquisitivo. Isso, por sua vez, levou a um aumento do êxodo rural, com muitos agricultores sendo obrigados a deixar suas terras e migrar para áreas urbanas (Figura 3).



Figura 3. Amazônia: 26% da área desmatada - próxima do ponto de não retorno.
Fonte: www.ibsustentabilidade.com.br. Foto: Manoela Meyer, 2023.

Por outro lado, os proprietários de grandes estabelecimentos rurais, especialmente aqueles envolvidos na monocultura para exportação, foram os verdadeiros beneficiados, ganhando cada vez mais espaço no mercado e acumulando riqueza (SANTOS, 2020).

A Revolução Verde, embora tenha sido considerada uma abordagem moderna, é agora percebida sob alguns aspectos ultrapassada, necessitando de

um novo posicionamento, pois mais uma vez favorece os grandes produtores em detrimento dos agricultores do modelo de produção familiar (SILVA, 2017).

A aplicação intensiva dos princípios da Revolução Verde resultou em extensas áreas florestais devastadas, solos esgotados e sobrecarregados com o uso excessivo de insumos, contaminação da água e a presença de agrotóxicos que afetam tanto os alimentos quanto as pessoas. Além disso, a baixa variabilidade genética tornou as culturas mais suscetíveis a doenças: levou ao aumento no uso de pesticidas (COSTA et al., 2015).

No estado do Espírito Santo, onde a cafeicultura desempenha um papel fundamental na geração de emprego e renda, é importante destacar que a produção de café conilon é predominantemente realizada em pequenas propriedades rurais de caráter familiar. Embora tenham alcançado níveis significativos de produtividade por meio do cultivo monocultural e da utilização de insumos externos e irrigação (MUNER et al., 2007), essas abordagens tecnológicas são percebidas como dispendiosas, ambientalmente instáveis e socialmente insustentáveis no longo prazo (LOPES et al., 2014).

Como alternativa a esse sistema de cultivo, existem modelos mais sustentáveis que causam menos impacto ambiental e são mais adequados à realidade dos agricultores do modelo de produção familiar. Entre essas alternativas, destacam-se os Sistemas Agroflorestais (SAFs), que envolvem o uso e manejo de recursos naturais, incluindo árvores, arbustos e palmáceas, em associação com cultivos agrícolas e, ou, criação de animais no mesmo terreno, seja de forma simultânea ou em uma sequência temporal (Figuras 4 e 5) (SOUZA, 2021).



Figuras 4 e 5. SAFs com café e policulturas. Fonte: Guilherme Trugilho, 2023.

A pesquisa e promoção de SAFs exigem abordagens participativas com os agricultores, pois a complexidade e variabilidade desses sistemas requerem soluções específicas para cada situação (SOUZA, 2021).

É evidente a necessidade de fazer a transição para uma agricultura sustentável e sistemas alimentares que garantam segurança alimentar, condições justas do ponto de vista social, econômico e ambiental (SILVA et al., 2019). Nesse contexto, os SAFs se destacam como uma opção ideal.

2. A “Quarta Revolução Agrícola”

A "Quarta Revolução Agrícola," também conhecida como "Revolução 4.0," teve seu início em 2011 (SILVA et al., 2017) ou em 2013 (OTTONICA; ATAYDE; SANTA-EULALIA et al., 2019). Trouxe mudanças significativas, sendo a principal delas a produção em larga escala de tecnologias com base em informações provenientes da intensa geração de dados.

Diferentemente da terceira revolução, essa tecnologia gera dados e conexões pela *internet* com intervenção humana mínima (OTTONICA; ATAYDE; SANTA-EULALIA, 2019). O período pós-terceira revolução está marcado pela sofisticação das tecnologias digitais, incluindo conceitos de *software* em rede, que causaram uma ruptura em relação à revolução industrial e provocaram transformações econômicas globais.

A atual revolução se destaca pela fusão e interação entre os domínios físicos, digitais e biológicos (SILVA et al., 2017). A tecnologia tem como objetivo principal a precisão na utilização dos recursos naturais, como a redução do consumo de água na irrigação e a precisão na adubação. A "agricultura digital" busca a mecanização, estudos climáticos, determinação dos nutrientes necessários para cada cultura e a geração de dados (SILVA; CAVICHIOLI, 2020).

Apesar do dinamismo da economia brasileira, o agronegócio continua sendo de extrema importância para o país. No entanto, do ponto de vista ambiental, o avanço do setor gera preocupações devido aos diversos impactos causados pela exploração industrial e predatória do meio ambiente. Muitas empresas, em busca de crescimento e lucro imediatos, desrespeitam as leis

ambientais e exploram o meio ambiente sem considerar as consequências dessa exploração e os limites do crescimento, resultando em diversos problemas socioambientais nas áreas rurais e gerando externalidades (CAPORAL, 2002; SOUZA, 2021c).

De acordo com dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2021), a taxa de desmatamento por corte raso em nove estados da Amazônia Legal totalizou 10.851 km² em 2020. Entre os principais problemas associados a essa exploração, destacam-se (SOUZA, 2018): desmatamento; mudança de uso do solo e alterações nas taxas evapotranspirométricas; perda de biodiversidade; degradação do solo, incluindo esgotamento de nutrientes, compactação, erosão e desertificação acelerada; no caso da pecuária, pisoteio constante do gado compactando o solo e favorecendo a erosão; esgotamento de recursos hídricos; contaminação do solo, ar e água devido ao uso indiscriminado de agrotóxicos, fertilizantes e antibióticos; geração de resíduos prejudiciais ao meio ambiente (Figura 6).



Figura 6. Pastagem degradada em Alegre, ES: elevada taxa de perda de solo por escoamento superficial. Fonte: Geisa Corrêa Louback, 2023.

De acordo com os dados do MapBiomas (2021), ao longo de 30 anos, observou-se uma redução de 15,7% da superfície de água no Brasil. O estado mais impactado por essa redução é o Mato Grosso do Sul, onde 57% de todo o recurso hídrico foi perdido desde 1990. Essa diminuição é especialmente

evidente no bioma do Pantanal, que é um dos biomas mais significativos do país (Figura 7). Além do Mato Grosso do Sul, os estados de Mato Grosso, com uma perda de quase 530 mil hectares, e Minas Gerais, com um saldo negativo de mais de 118 mil hectares, também se destacam nas três primeiras posições dessa tendência preocupante.



Figura 7. Área alagada pelo ciclo das águas do Pantanal: sofre drásticas reduções nos anos recentes. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2014.

É importante observar que muitos dos locais onde a redução é mais significativa estão próximos às fronteiras das áreas agrícolas. Isso sugere que o aumento da demanda por água e a construção de represas em fazendas, que muitas vezes causam assoreamento e a fragmentação da rede de drenagem, estão prejudicando a própria produção agrícola.

Para Maurício Voivodic, diretor executivo do WWF-Brasil em entrevista ao MapBiomas (2021), os resultados dessa pesquisa enviam um claro sinal aos tomadores de decisões de que é necessário fazer uma mudança imediata na trajetória de degradação que o Brasil vem seguindo.

Esse mesmo autor destaca que a criação de reservatórios em propriedades particulares é uma das questões mais preocupantes. Enfatiza que, quando se discute a flexibilização dos requisitos de licenciamento ambiental no Congresso, muitas vezes não se está considerando os cuidados necessários ao construir represas em propriedades privadas, o que acaba causando prejuízos para as

bacias hidrográficas. Os riscos associados à flexibilização dos requisitos de licenciamento ambiental no Congresso podem ser significativos e abrangem várias áreas, incluindo (SOUZA, 2023b):

✓ **Impactos Ambientais Negativos:** a flexibilização das regulamentações ambientais pode resultar em impactos negativos no meio ambiente, como desmatamento, poluição da água e do ar, degradação do solo, perda de biodiversidade e destruição de habitats naturais. Isso pode prejudicar os ecossistemas locais e globais e afetar a qualidade de vida das pessoas.

✓ **Riscos à Saúde Pública:** a redução dos requisitos de licenciamento ambiental pode aumentar a exposição da população a substâncias tóxicas e poluentes, o que pode levar a problemas de saúde pública, como doenças respiratórias, câncer e outras doenças relacionadas à poluição.

✓ **Impactos Sociais:** a flexibilização das regulamentações ambientais pode afetar negativamente as comunidades locais, especialmente aquelas que dependem dos recursos naturais para subsistência. Isso pode levar ao deslocamento forçado de comunidades, perda de terras e meios de subsistência, e aprofundar as desigualdades sociais.

✓ **Reputação Internacional:** a redução das proteções ambientais pode prejudicar a reputação internacional do país, afetando negativamente as relações comerciais e a cooperação internacional em questões ambientais.

✓ **Mudanças Climáticas:** a flexibilização pode aumentar as emissões de gases de efeito estufa, contribuindo para as mudanças climáticas globais e seus impactos, como aumento das temperaturas, eventos climáticos extremos e elevação do nível do mar.

✓ **Riscos Legais e Financeiros:** a flexibilização pode expor empresas e governos a riscos legais e financeiros, incluindo ações judiciais, multas e penalidades, bem como perda de investimentos estrangeiros.

✓ **Perda de Bens e Serviços Ecossistêmicos:** a degradação ambiental resultante da flexibilização das regulamentações pode levar à perda de bens e serviços ecossistêmicos essenciais, como água limpa, polinização de cultivos e regulação do clima.

Portanto, a flexibilização dos requisitos de licenciamento ambiental deve ser cuidadosamente avaliada à luz desses riscos e considerando o equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a proteção ambiental e social. Medidas adequadas de mitigação e monitoramento devem ser implementadas para minimizar esses riscos e garantir a sustentabilidade em longo prazo.

O fato é que todos os biomas brasileiros foram afetados e suas perdas mensuradas em pesquisa inédita do MapBiomas (2021), projeto que reúne universidades, organizações ambientais e empresas de tecnologia. Ao todo, 3,1 milhões de hectares de superfície de água desapareceram, o equivalente a mais de uma vez e meia de todo o recurso hídrico disponível no Nordeste em 2020 (Figura 8).

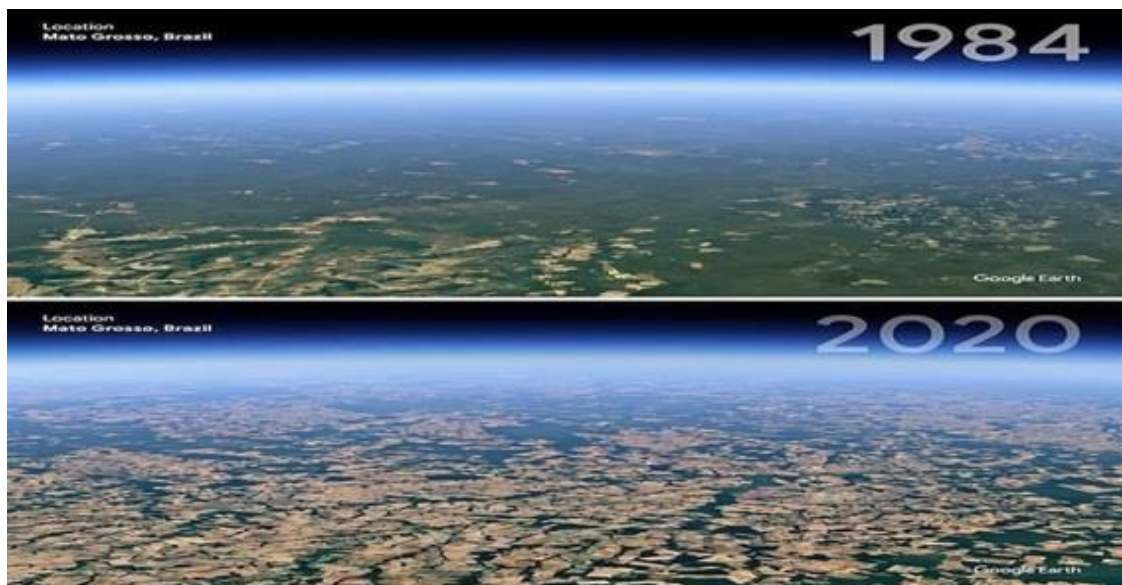


Figura 8. Cobertura vegetal no Mato Grosso nos anos de 1984 e 2020. Fonte: Tempo.clima.brasil, 2021.

Segundo MapBiomas (2021), das 12 regiões hidrográficas brasileiras, oito (8) revelam hoje os efeitos do desmatamento, da mudança de uso do solo, da mudança climática e da destruição de mananciais, refletido na crise hídrica que afeta o meio ambiente e a geração de energia elétrica. Para esses mesmos autores, nesse ritmo, um quarto (25%) de redução da superfície de água do Brasil antes de 2050.

Observa-se assim, que medidas como a flexibilização do licenciamento ambiental contrariam imensamente as propostas da Revolução 4.0. A "Quarta

Revolução Agrícola," também conhecida como "Revolução 4.0" na agricultura, é um avanço significativo que está transformando a forma como a agricultura é praticada. Questiona-se: será que o produtor do modelo de produção familiar está preparado e terá suporte técnico para suportar esse novo modelo e se adequar às suas exigências e propostas? Suas principais características incluem (SILVA et al., 2017; OTTONICA; ATAYDE; SANTA-EULALIA et al., 2019; SILVA; CAVICHIOLI, 2020):

✓ **Digitalização e Automação:** a agricultura 4.0 se baseia na digitalização de processos e na automação de tarefas agrícolas. Isso envolve o uso de tecnologias como sensores, drones, GPS, robótica e *Internet* das Coisas (IoT) para monitorar e gerenciar cultivos, gado e recursos naturais de forma mais eficiente.

✓ **Big Data e Análise Avançada:** a coleta de dados em larga escala é uma característica fundamental da agricultura 4.0. Esses dados são processados por meio de análise avançada, aprendizado de máquina e inteligência artificial para tomar decisões mais informadas sobre o manejo de cultivos, a saúde do gado e a gestão de recursos.

✓ **Conectividade:** a agricultura 4.0 é altamente conectada, com informações sendo compartilhadas em tempo real entre dispositivos e sistemas. Isso permite uma coordenação mais eficaz e tomada de decisões em tempo hábil.

✓ **Agricultura de Precisão:** uma das principais características é a agricultura de precisão, na qual os agricultores podem aplicar insumos (como água, fertilizantes e pesticidas) de forma mais precisa e direcionada, com base em dados de sensoriamento remoto e monitoramento.

✓ **Sustentabilidade:** a agricultura 4.0 promove práticas agrícolas mais sustentáveis, permitindo a redução do desperdício de recursos e a minimização dos impactos ambientais. Isso inclui o uso eficiente de água, energia e insumos agrícolas.

✓ **Aumento da Produtividade:** uma das metas da revolução 4.0 na agricultura é aumentar a produtividade e a eficiência dos sistemas agrícolas, garantindo um suprimento de alimentos mais consistente e de alta qualidade.

✓ **Melhoria na Qualidade dos Produtos:** o controle mais preciso dos processos agrícolas pode levar a uma melhoria na qualidade dos produtos agrícolas, atendendo às demandas dos consumidores por alimentos mais seguros e saudáveis.

✓ **Customização e Personalização:** a agricultura 4.0 permite a customização das práticas agrícolas de acordo com as necessidades específicas de cada cultivo, solo ou rebanho. Isso otimiza o desempenho e a saúde dos sistemas agrícolas.

✓ **Resiliência Climática:** a agricultura 4.0 também pode ajudar os agricultores a se adaptarem às mudanças climáticas, fornecendo informações em tempo real sobre condições meteorológicas e padrões climáticos.

✓ **Redução de Custos:** embora a implementação inicial de tecnologias avançadas possa ser cara, a agricultura 4.0 visa, em longo prazo, reduzir os custos de produção, aumentando a eficiência e a sustentabilidade.

Essas características da agricultura 4.0 estão impulsionando uma transformação fundamental na indústria agrícola, com o potencial de melhorar a produção de alimentos, reduzir os impactos ambientais e enfrentar os desafios futuros da segurança alimentar global (Figura 9).

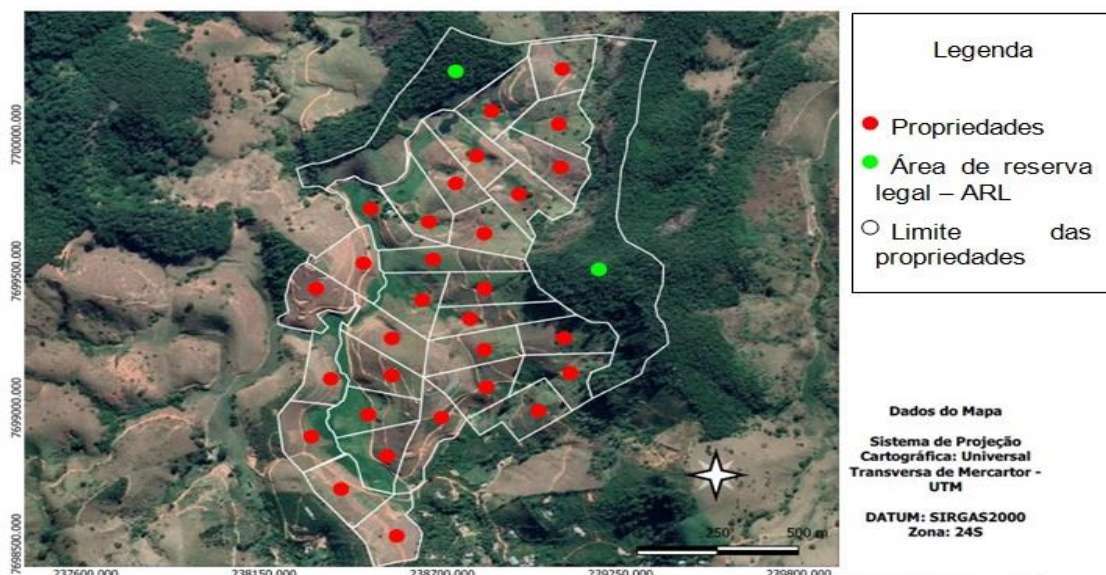


Figura 9. Croqui das propriedades adquiridas por produtores rurais de Feliz Lembrança via Programa Nacional de Crédito Fundiário – PNCF. Fonte: Guilherme Trugilho, 2023.

Diante desses desenvolvimentos e das práticas modernas atualmente existentes, é notório o crescente estímulo em prol de abordagens agrícolas mais conscientes, especialmente aquelas associadas ao avanço do agronegócio no Brasil. Essas práticas não apenas favorecem o meio ambiente, mas também impulsionam o aumento da eficiência das empresas e a redução de despesas futuras.

No entanto, apesar da existência de políticas e governança socioambiental, é comum observar uma gestão ineficaz ou a falta de incentivos para o cumprimento das regulamentações, o que ainda representa um desafio considerável na construção de um futuro sustentável (SANTANA, SOUZA, PEREIRA, 2021) (Figura 10). Além disso, quando sanções são aplicadas, elas tendem a ser relativamente brandas, com medidas de reparação frequentemente não implementadas, resultando na falta de efetiva recuperação das áreas degradadas (SOUZA, 2021b).



Figura 10. Área de pastagem em estágio avançado de degradação. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2020.

Entretanto, no Brasil, as adversidades no campo são uma das causas acometidas pela gritante desigualdade, que expõe a realidade e a

vulnerabilidade de um país que produz em larga escala. Essa produção, no entanto, frequentemente ignora as questões sociais que afetam a população que habita essas áreas rurais, deixando muitos brasileiros que dependem da agricultura para sobreviverem presos na armadilha da pobreza. Será que serão beneficiados pela Agricultura 4.0?

É evidente que o modelo de modernização da agricultura, com a adoção dos princípios da Revolução Verde, não atendeu às necessidades básicas da grande maioria dos trabalhadores rurais carentes, resultando na persistência de altos índices de pobreza, ao passo que os latifúndios e os complexos agroindustriais continuam a se fortalecer: os da Agricultura 4.0 atenderão agora? (AQUINO, 2018; SOUZA, 2021).

A realidade é que qualquer atividade humana terá impacto no meio ambiente, que pode ser positivo ou negativo. Infelizmente, na maioria das vezes, esses impactos são prejudiciais, levando à degradação e poluição do ambiente. Esses problemas estão diretamente relacionados ao modelo capitalista exacerbado de produção e consumo. Portanto, não apenas as grandes empresas, mas também cada indivíduo, mesmo com pequenas ações, pode afetar seu ecossistema e contribuir para impactos ambientais adversos no dia a dia (BENINI; NOVAES; GALVÃO, 2006; SOUZA, 2021b).

Embora o Brasil tenha feito avanços na adoção de tecnologias agrícolas modernas, ainda há trabalho a ser feito para garantir que o país esteja plenamente preparado para a Agricultura 4.0. A colaboração entre o governo, o setor privado, as instituições de pesquisa e os agricultores é fundamental para enfrentar esses desafios e colher os benefícios da modernização agrícola.

Diante das diversas percepções na sociedade, serão apontados três (3) modelos de produção agropecuários, propondo uma transformação na gestão agrícola. Essa abordagem representa um meio eficaz e preciso de planejar ações a serem implementadas na propriedade, alinhando-as com as necessidades e requisitos do agricultor. Isso resulta em menor impacto ambiental, melhoria na qualidade de vida, promoção da inclusão social e redução do êxodo rural. Um dos modelos de produção que merece destaque nesse contexto é o agroecológico, que pode ser uma alternativa valiosa e se adequa plenamente às demandas da Agricultura 4.0.

3. Modelos de produção

Embora existam variações dentro de cada modelo de produção, é possível caracterizar e analisar as atividades agropecuárias no Brasil e no mundo com base em dois modelos predominantes (WEID, 1996).

O modelo agroquímico prevalece nos países desenvolvidos e emergentes, enquanto o modelo familiar é dominante nos países periféricos. Cerca de 80% das terras cultivadas em todo o mundo utilizam o sistema tradicional, e, dentro desse contexto, existe produção de alimentos suficiente para atender a toda a população global. A desigualdade alimentar resulta mais da distribuição desigual de alimentos entre os países desenvolvidos e subdesenvolvidos do que da produção em si (CAPORAL, 2002; ALTIERI et al., 2015; MALAQUIAS et al., 2021; SOUZA, 2021).

Portanto, a solução para questões de segurança alimentar deve focar principalmente em uma distribuição mais equitativa de renda, especialmente quando se prevê um aumento populacional significativo até 2025, com mais 3 bilhões de pessoas em relação à população atual. Isso requer uma produção agrícola substancialmente maior do que a atual. É evidente que a questão da segurança alimentar está mais ligada a problemas macroeconômicos e sociais do que aos modelos de produção agrícola em si (WEID, 1996; SOUZA, 2021).

Conforme Guerra e Silva (2021), a soberania alimentar é um conceito que vai além do direito à alimentação. Envolve várias dimensões, incluindo aspectos jurídicos e ambientais que garantem às pessoas o direito de determinar como desejam organizar o acesso à alimentação, sem prejudicar o meio ambiente.

Quanto aos objetivos da soberania alimentar, conforme delineado pela Vía Campesina (1996), a ideia central é estabelecer alternativas na produção e comercialização de alimentos. Isso envolve capacitar povos indígenas e trabalhadores rurais para recuperar o controle sobre a terra e as sementes, promovendo relações produtivas que não explorem (CATAÑO HOYOS; D'AGOSTINI, 2017).

O modelo tradicional de agricultura familiar se destaca ao se concentrar nas áreas mais férteis, que já estão praticamente ocupadas. Observa-se uma desaceleração na expansão das áreas plantadas dentro do modelo agroquímico,

sem ganhos significativos de produtividade. Vários fatores podem limitar o aumento da produtividade, incluindo condições variáveis entre as regiões, restrições econômicas e preocupações ambientais quanto à eficácia das opções tecnológicas (WEID, 1996; SOUZA, 2021).

O modelo familiar, orientado para a sustentabilidade, não se limita a questões conceituais, mas também se baseia em indicadores concretos. Esse modelo demonstra uma capacidade notável de resistência, produtividade e eficácia, com potencial para criar empregos e gerar renda, ao mesmo tempo em que promove a equidade social (Figura 11).

Apesar da falta de apoio às pesquisas e da disponibilidade limitada de crédito, dados comprovam que entre os anos de 1989 e 1999, as propriedades rurais com áreas inferiores a 100 hectares tiveram um crescimento médio anual de 5,80% no rendimento físico da produção, em comparação com 3,29% de crescimento nas grandes propriedades. Além disso, quando se considera a taxa média anual de crescimento na quantidade produzida por ano, o modelo familiar registrou 3,79%, enquanto o modelo agroquímico atingiu 2,60% (WEID, 1996).



Figura 11. Lagoa anaeróbica com resíduos da bovinocultura leiteira para posterior uso em capineiras e lavouras, Atílio Vivácqua, ES. Fonte: Acervo Márcio Menegussi Menon, 2023.

Conforme Akpoti et al. (2019), os indicadores são ferramentas essenciais na avaliação ambiental, permitindo a comparação entre situações passadas, presentes e futuras para avaliar em que medida os objetivos de sustentabilidade estão sendo alcançados. Verona (2010) ressalta a importância fundamental do uso de indicadores na avaliação de agroecossistemas, pois eles são cruciais para a implementação do conceito de sustentabilidade e para quantificar de forma concreta a condição dos agroecossistemas.

De acordo com os mesmos autores, um exemplo relacionado à cafeicultura é a aplicação de Indicadores de Sustentabilidade, como a análise da cobertura do solo para avaliar a qualidade do solo, ou a avaliação da renda gerada pela cultura companheira das plantas como um Indicador de Sustentabilidade do Retorno Econômico. A decisão de adotar ou não um determinado sistema de consórcio dependerá da percepção dos agricultores sobre diversos fatores, incluindo o desempenho das plantas de café, a quantidade de mão de obra necessária para o manejo e o retorno econômico obtido, entre outros. Essa decisão pode ser objetivamente embasada por meio de uma análise cuidadosa e reflexiva.

No mesmo contexto de pesquisa, Siqueira et al. (2020) conduziram uma análise econômica e identificaram que os consórcios envolvendo a cultura do café conilon com a pupunha e a banana foram os únicos que demonstraram viabilidade econômica. Esses consórcios apresentaram índices de benefício/custo de 1,39 e 1,11, respectivamente. Isso destaca a relevância dessas combinações de culturas interdependentes no contexto da pesquisa.

De acordo com Senna (2019), as áreas onde o café conilon foi cultivado em consórcio apresentaram melhorias significativas em suas características físicas, índices de agregação do solo e maiores níveis de carbono orgânico total em comparação com as áreas onde o café conilon foi cultivado como monocultura.

Deve-se considerar, ainda, a importância do modelo familiar na produção de produtos básicos de consumo interno, particularmente aqueles com menor possibilidade de agregação de valor, mas essenciais para os hábitos alimentares, especialmente das populações de baixa renda.

Por exemplo, o modelo familiar foi responsável pela produção de 84% da mandioca, 67% do feijão e 49% do milho. Além disso, apesar das limitações de área, crédito e assistência técnica, também contribuiu com a produção de 32% da soja, 33% do algodão e 25% do café (Figura 12). A Organização das Nações Unidas (ONU) proclamou a Década da Agricultura Familiar (2019-2028), reconhecendo o papel fundamental da agricultura na garantia da segurança alimentar global, na promoção de condições sociais mais justas e na conservação da biodiversidade (SILVA; NUNES, 2022).



Figura 12. Propriedades cafeeiras do modelo de produção familiar na região do Caparaó capixaba. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2019.

Com base nos dados compilados pelo Anuário Estatístico da Agricultura Familiar (2022), fica evidente que a agricultura familiar desempenha um papel fundamental no fornecimento de alimentos saudáveis e sustentáveis para o mercado interno brasileiro. O Brasil abriga cerca de 3,9 milhões de estabelecimentos familiares dedicados à agricultura, abrangendo apenas 23% das terras totais do país. No entanto, esses estabelecimentos são responsáveis por gerar 10,1 milhões de empregos, representando 67% do total de empregos no setor agrícola.

A agricultura familiar contribui com 23% do valor bruto da produção agropecuária do Brasil e desempenha um papel fundamental na dinamização econômica de 90% dos municípios brasileiros com até 20 mil habitantes, representando 68% do total desses municípios.

A legislação que regula a agricultura familiar é a Lei no 11.326/2004 e define critérios específicos para a caracterização desse setor. Os agricultores familiares devem atender a quatro critérios principais: I) Possuir uma área de até quatro módulos fiscais; II) Utilizar principalmente mão de obra familiar em suas atividades rurais; III) Obter uma renda familiar mínima originária de atividades rurais em seu estabelecimento ou de empreendimentos agrícolas; IV) Gerenciar seu estabelecimento ou empreendimento com o envolvimento da família.

Essa definição engloba diversos grupos, como assentados da reforma agrária, beneficiários do Programa Nacional de Crédito Fundiário (PNCF), quilombolas, indígenas, artesãos, pescadores artesanais, aquicultores, maricultores, piscicultores, silvicultores, extrativistas, entre outros (MAPA, 2016).

O censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) demonstrou que a agricultura familiar no ano de 2006 representou 86% dos estabelecimentos agrícolas no país, sendo responsável por 35% do Produto Interno Bruto (PIB) e 70% dos empregos no campo (ANA, 2017). A agricultura familiar apresentou as maiores produções de animais de grande porte; na agroindústria; na horticultura; e na extração vegetal, sendo de suma importância para a segurança alimentar do país (FRANÇA; DEL GROSSI; MARQUES, 2009).

Em consonância com os anos anteriores, em 2017, a Secretaria de Agricultura Familiar e Cooperativismo, órgão subordinado ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), divulgou que a agricultura familiar do Brasil é a 8ª maior produtora de alimentos do mundo e a base da economia de 90% dos municípios com até 20 mil habitantes (IBGE, 2017a; MAPA, 2018).

Esses dados impactantes demonstram que, mesmo se considerássemos apenas a agricultura familiar, o Brasil ainda se manteria entre os 10 maiores produtores de alimentos do mundo, enfatizando a significativa importância dos 86% dos estabelecimentos rurais que representam a agricultura familiar no país

(IBGE, 2017a; MAPA, 2018; PICOLOTTO, 2014).

Além desses dados notáveis, é fundamental destacar a contribuição ambiental e sustentável da agricultura familiar para o meio ambiente. A diversidade de culturas, o uso majoritariamente sustentável de práticas de manejo e o respeito pela biodiversidade e pelos recursos naturais locais desempenham um papel crucial na preservação do solo e da água (FINATTO; SALAMONI, 2008; PADUA; SCHLINDWEIN; GOMES, 2013).

A agricultura regenerativa, muito discutida nos dias atuais, tornou-se uma abordagem importante para enfrentar os desafios ambientais e agrícolas, como a degradação do solo, a perda de biodiversidade e as alterações climáticas. Ao promover práticas que melhoram a resistências e a resiliência do solo e reduz a dependência de fatores de produção químicos, esta abordagem procura criar sistemas agrícolas mais sustentáveis e resilientes no longo prazo. A agricultura familiar que se utiliza de práticas conservacionistas de solo e de água e adota o modelo agroecológico de produção está mais alinhada a essa nova perspectiva (BROWN, 2018; SOUZA, 2023b) (Figura 13).



Figura 13. Propriedades cafeeiras do modelo de produção familiar no município de Espera Feliz, MG. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2019.

Outro ponto essencial é o aspecto socioeconômico, uma vez que a agricultura familiar fortalece as comunidades locais, assegurando renda,

oportunidades de emprego e fornecimento para cooperativas e mercados locais (Figura 14).

A agricultura familiar desempenha um papel direto na distribuição de renda dentro dessas comunidades, como ilustrado pelo exemplo dos diversos municípios do Caparaó capixaba e mineiro (ASSIS; ROMEIRO, 2005; DOS SANTOS; BEVILACQUA, 2019; GUANZIROLI; VINCHON, 2019).



Figura 14. Feira livre em Vila Nova, Vitória, ES. Fonte: Pereira, 2022.

➤ Estudos de caso

Para evidenciar a diferença entre os modelos de produção serão apresentados três (3) Estudos de Caso: a) Família do Sítio do Mato, que pratica a agricultura de subsistência; b) a Família Kern, que utiliza modelos agroecológicos de produção; e c) Família Xavier, que adota um modelo misto. Os referidos Estudos de Caso foram exibidos em série televisivos, disponíveis pela plataforma de compartilhamento de vídeos *Youtube*.

✓ Sítio do Mato - BA

O “Sítio do Mato - BA” mostrou a realidade da desigualdade social, cultural e econômica que persiste para pequenos sítiantes, em diversos lugarejos do nosso extenso e diverso país. O agricultor Domingos Francisco da Hora e sua

esposa Valdeci, nasceram e cresceram na comunidade, onde vivem com uma família numerosa (Família Sítio do Mato, 2014).

O cultivo fica perto da casa onde moram! As terras são da família de Valdeci há três gerações, sendo que o seu avô quem começou a trabalhar na região. Eles têm dois hectares e vivem basicamente da agricultura. Na lavoura, têm milho, mandioca e feijão de corda. O casal pratica a agricultura de subsistência utilizando processos rudimentares, com baixa tecnologia e pouco eficientes.

Conta com ferramentas básicas como enxada, facão e foice; para o plantio, sementes de baixa qualidade. Sem adubo ou defensivo, sem crédito ou orientação, sem irrigação em uma região árida, a produção é baixa e limitada - a colheita é destinada ao consumo da família: muitas vezes, perdem toda a safra em decorrência da seca. Além da lavoura, o casal tem duas vacas adultas para a produção de leite; contudo, com a estiagem dos últimos meses, ficaram tão magras e desnutridas que pararam de produzir. Também contam com uma dúzia de galinhas, dois porcos, algumas fruteiras e muitas crianças pulando, brincando e jogando bola.

Os filhos mais velhos do casal conseguiram serviço em uma fazenda da região. Contam com o complemento mensal do “Programa Bolsa Família”, no valor de R\$134,00. Somando esse repasse ao ganho variável com as diárias, o rendimento médio da casa não ultrapassa R\$ 600,00 mês⁻¹. Como são 11 moradores, a renda média mensal por pessoa fica em torno de R\$ 54,00.

No “Sítio do Mato - BA”, 50,3% da população vive em condições de pobreza extrema. É o município com maior percentual de miséria da Bahia. Apesar das dificuldades, Valdeci explica que algumas mudanças nos últimos anos (2012-2014), fizeram a diferença: implementação do Bolsa Família, visitas regulares de agentes de saúde, rede elétrica e cisternas para armazenar água da chuva.

Todavia, alguns serviços essenciais ainda não chegaram à região, por exemplo, o saneamento básico que é importante para a qualidade de vida e o desenvolvimento da sociedade. A comunidade não tem posto de saúde e os moradores contam com um poço artesiano, mas a água é salobra, contaminada e não serve para beber.

De maneira geral, as crianças estão na escola: uma evolução em relação ao passado. Os alunos mais velhos estudam na cidade e contam com transporte gratuito. Os mais novos frequentam a escolinha municipal, na própria comunidade. Crianças de séries diferentes ficam todas na mesma sala de aula, o que é péssimo para o aprendizado.

Outro problema grave, segundo os alunos, muitas vezes falta a merenda, que deveria ser distribuída pela prefeitura. Para Domingos e Valdeci, a educação tem um papel fundamental para a transformação da realidade da família, onde as crianças sejam protagonistas da própria história e tenham esperança de um futuro melhor.

✓ **Família Kern - SC**

A propriedade da família Kern está situada em uma comunidade de alemães, no Oeste de Santa Catarina. A mãe Zuleica, o pai Valdemir e os filhos Davi, 17 anos, e Luiza, 11 anos, vivem em um sítio de apenas 6,5 ha. Com uma produção diversificada, conseguem ser praticamente autossuficientes. Não fazem uso de nenhum tipo de agroquímico: realizam o reaproveitamento de resíduos vegetais para a adubação e a cobertura morta nas culturas (Família Kern, 2017).

Os filhos mais jovens permanecem ativamente envolvidos na atividade agrícola, assegurando a continuidade da tradição familiar no meio rural, com uma notável independência em relação aos comércios locais. A família gera uma renda mensal de R\$ 2.500,00, proveniente da venda de uma variedade de produtos produzidos em sua propriedade, incluindo queijos, hortaliças, plantas medicinais, pães e leite. Eles praticamente atendem às suas próprias necessidades alimentares, fazendo apenas algumas compras de insumos essenciais, como sal e tecidos, que totalizam cerca de R\$ 60,00 por mês. Além disso, na propriedade, produzem manteiga, ricota, carne, gordura de porco, feijão, arroz, milho e outros alimentos.

Por intermédio de um movimento de mulheres camponesas na comunidade, organizam encontros que promovem a troca de sementes crioulas e o compartilhamento de conhecimentos tradicionais, preservando assim a

cultura local e garantindo a continuidade dessas práticas ao longo das gerações. Isso beneficia toda a comunidade, proporcionando uma ampla diversidade de alimentos produzidos localmente e promovendo a autossuficiência alimentar.

Uma característica marcante é o apoio técnico prestado por órgãos governamentais, como a Epagri, que auxiliam na criação e manutenção de uma "Horta Mandala" e de um horto de plantas medicinais chamado "Vida e Saúde". Esses locais servem como exemplos práticos para a comunidade local.

Os filhos da família Kern também são artistas amadores, que contribuem para a renda familiar participando em eventos regionais com suas apresentações musicais e demonstrando grande habilidade como pintores e alunos dedicados. É importante destacar que toda a produção agropecuária da propriedade é realizada sem o uso de agrotóxicos ou adubos químicos, seguindo práticas agroecológicas sustentáveis na produção de alimentos.

✓ **Família Xavier - MG**

O sítio da Família Xavier está localizado no município de Cássia, no Sul de Minas Gerais. Com apenas 16 hectares e a uma altitude de mais de 1000 metros, o Sr. José Renato Xavier conta que chegou ao local quando ainda era criança. Seu pai, por sua vez, decidiu dividir a terra entre os filhos, e Xavier ficou com cerca de 3.000 pés de café. No entanto, a produção era limitada devido à falta de tecnologia para o manejo e aos cuidados com a lavoura. Em um momento, ele chegou a considerar desistir, mas teve uma conversa com seu filho Tiago e a esposa deste, Josilaine, que decidiram assumir a responsabilidade pelo cuidado da propriedade (Família Xavier, 2018).

Ambos optaram por uma mudança completa no modelo de gestão e produção da propriedade, expandindo a área de cultivo, adotando novas tecnologias e participando de cursos de capacitação. Além disso, contrataram profissionais qualificados para fornecer assistência técnica e informações relevantes. Foram realizadas análises de solo, implementadas várias inovações na propriedade e adotadas práticas de agricultura de alta produtividade, sem exagerar no uso de agrotóxicos, graças ao monitoramento de pragas e doenças. Posteriormente, Josilaine assumiu todo o processo de pós-colheita na

propriedade, desde a secagem até a torrefação, o que agregou valor ao produto e eliminou intermediários.

Os produtos chegam ao mercado a preços acessíveis, e o casal obtém lucro adequado. Em seguida, começaram a produzir cafés especiais, onde 70% da produção atinge 80 pontos de qualidade e 30% superam 85 pontos. Essa última parcela é vendida para supermercados e cafeterias. A qualidade do café e o beneficiamento aumentaram o valor do produto. Atualmente, ninguém pensa em desistir: eles produzem cerca de 50 sacas por hectare, o dobro da média nacional. Em seguida, arrendaram propriedades vizinhas, ampliando a produção para até 800 sacas de café por ano.

✓ Breve análise das três famílias

A família do "Sítio do Mato - BA" pratica a agricultura de subsistência, também conhecida como agricultura tradicional. Essa abordagem se baseia em técnicas rudimentares, sem a utilização de maquinaria ou métodos de fertilização do solo avançados, e frequentemente carece de assistência técnica. Geralmente, essa técnica é adotada por pequenos produtores, que são responsáveis por cultivar, cuidar e colher os alimentos necessários para o consumo da própria família.

Já a família Kern, em São Carlos, SC, adota a agricultura agroecológica, conhecida como "cultivo verde", com um foco explícito no equilíbrio ambiental e no desenvolvimento social dos produtores. Essa prática permite a participação ativa das mulheres na agricultura e incentiva a permanência dos jovens no meio rural. Ela incorpora métodos que visam mitigar ou eliminar os impactos ambientais, incluindo a rotação de culturas, a compostagem de resíduos orgânicos e o uso de adubação verde.

Por outro lado, a família Xavier, em Cássia, MG, segue a agricultura convencional, também conhecida como "agricultura moderna" ou voltada para o mercado. Essa abordagem é geralmente implementada em grandes propriedades e envolve o uso de produtos químicos, como adubos, fertilizantes e pesticidas, para o controle de pragas e doenças. Seu objetivo principal é a

produção em larga escala de *commodities* para comercialização e obtenção de lucros significativos.

É importante ressaltar que, ao analisar essas três famílias, fica evidente a desigualdade social que permeia cada situação. Enquanto a primeira família (Sítio do Mato, BA) enfrenta condições precárias de vida, como a falta de acesso a água de qualidade e eletricidade, a família Kern desfruta de recursos como terra fértil, sementes de qualidade e assistência técnica eficaz. O único ponto comum entre essas famílias é que seus filhos estão buscando educação acadêmica.

A família Xavier, por sua vez, experimentou uma mudança significativa em sua abordagem agrícola com a liderança do filho e de sua esposa, optando por novos paradigmas e adotando práticas mais modernas com a assistência de órgãos governamentais e assistência técnica especializada.

Segundo Barros, Henriques e Mendonça (2000), o investimento em capital humano no Brasil é notavelmente baixo, sendo ainda mais escasso para famílias de baixa renda. Essa desigualdade persistente cria disparidades significativas e dificulta a mobilidade social, deixando as gerações futuras em desvantagem devido à falta de preparação educacional adequada. Como resultado, o mercado de trabalho tende a desvalorizar o trabalho de indivíduos com baixa escolaridade, exacerbando ainda mais a desigualdade social e econômica.

A origem familiar desempenha um papel significativo na determinação da renda agrícola no Brasil. Em geral, a renda obtida por uma família no setor agrícola tende a ser maior quanto maior for o nível de educação dos membros dessa família (NEY; HOFFMANN, 2003; BENINI; NOVAES; ZANDOVAL, 2006; SILVA; SOUZA; SILVA, 2012).

No entanto, dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) indicam que mais de 15% dos estabelecimentos agropecuários são operados por produtores que nunca tiveram acesso à educação formal. Por outro lado, apenas 5,58% desses estabelecimentos possuem ensino superior, e somente 0,29% têm mestrado ou doutorado. Isso destaca a necessidade crucial da educação para a população, mesmo em um contexto de modernização e tecnificação.

A partir das informações apresentadas nos vídeos, fica evidente a presença de quatro tipos de desigualdades sociais no Brasil relacionado à agropecuária:

- ✓ Aqueles que não têm acesso à tecnologia, mas têm afinidade com o trabalho na terra, vivendo em condições de extrema pobreza.

- ✓ Aqueles que têm acesso à tecnologia, amam a terra, recebem apoio do estado e praticam a agricultura familiar de maneira sustentável, seguindo os princípios da agroecologia.

- ✓ Aqueles que estão envolvidos em uma agricultura rudimentar, sem acesso a tecnologias e orientação sobre o uso de agrotóxicos, mas que estão buscando uma abordagem mais moderna, sustentável e orientada para a gestão de pragas.

- ✓ Aqueles que exploram a terra de maneira predatória, sem preocupação com o meio ambiente, visando apenas a agricultura industrial em larga escala. Esses frequentemente são grandes latifundiários envolvidos em monoculturas, contribuindo para o êxodo rural e causando impactos ambientais significativos.

Por meio dessas desigualdades, fica evidente a importância da agricultura familiar quando apoiada pelo governo, como um modelo sustentável capaz de melhorar a condição dos pequenos produtores (BUAINAIN, 2007). A agricultura familiar ganhou destaque mais recentemente no Brasil, com o renascimento do movimento sindical após o fim da ditadura militar. No entanto, ganhou reconhecimento e apoio significativos, incluindo a criação do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF).

De acordo com dados do IBGE a partir do censo agropecuário de 2017, o Brasil possui 5.073.324 estabelecimentos agropecuários. Destes, 77% (cerca de 3,9 milhões) são classificados como agricultura familiar, ocupando aproximadamente 23% da área total dos estabelecimentos agropecuários do país. No estado do Espírito Santo, existem 108.014 estabelecimentos agropecuários que ocupam uma área de 3,25 milhões de hectares (Figura 15). A agricultura familiar no estado corresponde a 7,6% de toda a área ocupada pela agricultura familiar no Brasil (IBGE, 2017). Isso destaca que esses agricultores são responsáveis por produzir cerca de 80% dos alimentos consumidos pelos capixabas (INCAPER, 2019).



Figura 15. Propriedade do modelo de produção familiar em Feliz Lembrança, Alegre, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2022.

4. Agroecologia e o futuro da produção sustentável

Em contraposição à Revolução Verde, que promoveu uma abordagem na qual a ciência era considerada o único conhecimento válido e desvalorizou todas as outras formas de sabedoria que não fossem "cientificamente comprovadas", surgiu a agroecologia. Santos et al. (2020) destacam que essa abordagem anterior considerava as práticas dos agricultores familiares, camponeses e caipiras como ineficazes.

Segundo Souza (2021b), o termo "agroecologia" existe desde os anos 1930, mas sua importância científica foi reconhecida nas últimas quatro décadas. A agroecologia se desenvolveu para analisar os impactos socioambientais e orientar a implementação de programas de desenvolvimento rural baseados em princípios sustentáveis.

De acordo com Gliessmann (2001), a agroecologia é a aplicação dos princípios e conceitos da ecologia no planejamento e manejo de sistemas

agrícolas sustentáveis. Altieri (1989) a define como uma ciência emergente que integra conhecimentos de agronomia, ecologia, economia e sociologia para estudar agroecossistemas.

No entanto, Guzmán (2002) argumenta que a agroecologia não pode ser considerada apenas uma ciência, pois incorpora conhecimentos tradicionais que, por definição, não são científicos. Já Leff (2002) vê a agroecologia como um novo paradigma de produção, uma verdadeira integração de ciências, técnicas e práticas para uma produção ecologicamente sustentável.

A agroecologia surgiu como uma ciência que fornece orientação para a agricultura de base agroecológica, considerando limites no uso de recursos naturais e técnicas que visam a produção em harmonia com a qualidade ambiental. Isso resulta em benefícios como o aumento da produtividade e a redução dos custos com insumos externos (CAPORAL; COSTABABER, 2002).

A agroecologia abrange as ciências humanas, econômicas e ambientais. Em sistemas de produção baseados na agroecologia, não existe um conjunto padronizado de técnicas que garantam a rentabilidade, pois leva em conta a singularidade de cada local. Na agroecologia, não há "receitas prontas", mas sim diversas abordagens que consideram as características físicas, sociais, econômicas e culturais de cada região (BORSATTO; DO CARMO, 2012).

Segundo Souza (2021b), a agricultura familiar desempenha um papel fundamental na agroecologia, mas carecem de assistência, conhecimento e perseverança. A epistemologia colabora para o desenvolvimento dessa ciência, onde o conhecimento tradicional dos agricultores se combina com o conhecimento científico para promover o desenvolvimento rural sustentável.

Um dos desafios enfrentados pelos pequenos produtores familiares é a presença de áreas degradadas que exigem atenção e manejo adequado para se tornarem produtivas novamente.

5. Recuperação ambiental ou recuperação de áreas degradadas

Um dos desafios significativos enfrentados pelos pequenos produtores familiares é a presença de áreas degradadas ou ecossistemas degradados.

Essas áreas representam espaços que, após sofrerem distúrbios (Figura 16), apresentam as seguintes características:

a) Perda da vegetação nativa, juntamente com a eliminação dos meios de regeneração biótica, como bancos de sementes, bancos de plântulas, chuva de sementes e órgãos ou partes que permitiriam a rebrota das plantas, incluindo a perda da camada fértil do solo;

b) Destruição, remoção ou expulsão da fauna que originalmente habitava a região;

c) Alterações na qualidade e no regime de vazão do sistema hídrico local.

Essas características foram definidas por Carpanezi et al. (1990) e pelo IBAMA (1990) para descrever áreas que sofreram degradação ambiental. Essas áreas representam um desafio significativo para os pequenos agricultores familiares, que muitas vezes precisam lidar com a recuperação e restauração desses ecossistemas degradados para torná-los produtivos novamente.



Figura 16. Área de pastagem degradada no IF Sudeste de Minas campus Rio Pomba, 2005. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2006.

Na agricultura, existem várias técnicas que podem ter impactos negativos no meio ambiente. Uma das práticas mais conhecidas é a queimada, que é frequentemente usada na preparação do solo e pode resultar na diminuição da

fauna e da vegetação, levando ao desequilíbrio de todo o ecossistema. Além disso, problemas como a degradação do solo, a contaminação e a perda de biodiversidade estão frequentemente associados à falta de práticas adequadas de conservação do solo.

Ao considerar os cuidados para melhorar a qualidade do solo, é comum que os termos "recuperação", "reabilitação" e "restauração" sejam mencionados de forma intercambiável, como se fossem processos idênticos (REIS, 2010). No entanto, Toy e Daniels (1998) definem três categorias distintas de tratamento para a melhoria do solo:

✓ **Reabilitação:** este processo envolve a restauração do solo à sua forma e produtividade originais, de acordo com a sua capacidade de uso. Isso inclui a restauração da estabilidade do solo e do equilíbrio ecológico, de modo que não contribua substancialmente para a deterioração ambiental e esteja em consonância com os valores estéticos da área circundante.

✓ **Recuperação:** a recuperação do solo se concentra em tornar o local novamente adequado para abrigar organismos que originalmente habitavam a área ou para atrair populações semelhantes às originais.

✓ **Restauração:** neste caso, o objetivo é reproduzir as condições do local no momento anterior à perturbação ou degradação. A restauração visa retornar o ambiente à sua condição original.

No entanto, é importante observar que, de acordo com Souza (2021), os termos "reabilitação" e "recuperação" são frequentemente usados como sinônimos nos dias de hoje (Figura 17). Isso significa que, na prática atual, esses termos podem ser intercambiáveis e se referir ao processo de restaurar a qualidade e as condições do solo.

De acordo com Souza (2021b), levando em consideração as práticas atuais e os modelos de produção recomendados pela agroecologia, é possível definir a recuperação ambiental como o processo de tratamento de áreas que foram alteradas ou perturbadas com o objetivo de criar pedopaisagens estáveis e condições edáficas (relativas ao solo) que possam sustentar-se por si mesmas. Isso implica em restaurar o solo às suas condições originais, exigindo o mínimo de manutenção.



Figura 17. Antiga área da pastagem degradada (Figura 16) do IF Sudeste de Minas campus Rio Pomba recuperada. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2023.

Além disso, a recuperação ambiental deve levar em consideração a presença das comunidades locais no local recuperado, garantindo que elas possam conviver harmoniosamente com a nova paisagem e dentro de uma nova realidade socioeconômica. Esse processo visa promover maior equidade social, ou seja, uma distribuição mais justa dos benefícios sociais, econômicos e ambientais.

Dessa forma, a recuperação socioambiental proposta assegurará a verdadeira autossustentabilidade do ecossistema ou do agroecossistema, garantindo que eles possam prosperar em longo prazo de forma equilibrada e em harmonia com as comunidades humanas que dependem deles.

6. Considerações

O direito a uma alimentação de qualidade é assegurado por lei. Negar esse direito a qualquer indivíduo é um ato de desumanização, independentemente de sua classe social, etnia, cor da pele, crença religiosa ou qualquer outro fator social que possa distinguir uma pessoa da outra. No entanto, observa-se que o atual modelo de produção agropecuário está privando uma parcela significativa da sociedade desse direito fundamental.

A "Quarta Revolução Agrícola," também conhecida como "Revolução 4.0," teve seu início entre 2011 e 2013 e trouxe mudanças significativas. A principal delas é a produção em larga escala de tecnologias baseadas na intensa geração de dados. Ao contrário da terceira revolução, essa tecnologia gera dados e conexões pela *internet* com intervenção humana mínima. Esse período pós-terceira revolução se caracteriza pela sofisticação das tecnologias digitais, incluindo conceitos de *software* em rede, que causaram uma ruptura em relação à revolução industrial e provocaram transformações econômicas globais. A questão que se coloca é se os produtores familiares conseguirão acessar essa nova fase de desenvolvimento.

As práticas agropecuárias que se baseiam nos princípios da agroecologia, apesar de enfrentarem desafios para sua disseminação (muitas vezes gerados por pessoas de maior poder aquisitivo que exercem grande influência sobre os governantes e, conseqüentemente, sobre as políticas públicas), representam o modelo ideal de produção. Isso ocorre porque, ao contrário de um modelo que beneficia apenas um grupo restrito de pessoas, a agroecologia beneficia a todos, sem distinção.

A função das políticas públicas é garantir o bem-estar da população e melhorar a qualidade de vida. Portanto, é de fundamental importância investir cada vez mais em políticas públicas justas voltadas para a reforma agrária, com foco na agricultura familiar. Essas políticas podem contribuir para o desenvolvimento rural sustentável, gerando renda e oportunidades nas áreas rurais por meio da adoção de práticas de produção agroecológica.

Nos três Estudos de Caso avaliados, cabe ressaltar que ao analisar essas famílias e, ou, comunidade, fica evidente a desigualdade social que permeia cada situação. Enquanto a primeira família (Sítio do Mato, BA) enfrenta condições precárias de vida, como a falta de acesso a água de qualidade e eletricidade, a família Kern desfruta de recursos como terra fértil, sementes de qualidade e assistência técnica eficaz. A família Xavier, por sua vez, experimentou uma mudança significativa em sua abordagem agrícola com a liderança do filho e de sua esposa, optando por novos paradigmas e adotando práticas mais modernas com a assistência de órgãos governamentais e assistência técnica especializada.

Assim, é possível destacar que a agricultura familiar possui a força necessária para promover o Desenvolvimento Rural Sustentável, especialmente quando há compartilhamento de conhecimentos e saberes agroecológicos entre agricultores, pesquisadores, estudantes, extensionistas, políticos e técnicos, além da participação ativa dos governos federal, estadual e municipal. Isso pode levar a uma transição no campo, passando de uma agricultura predatória e industrial para uma agricultura sustentável. Algumas formas de recuperação ambiental incluem:

✓ Plantio direto/cultivo mínimo: uma técnica que evita o solo ficar exposto aos raios solares e à erosão por precipitação, promovendo a retenção de matéria orgânica no solo; e

✓ Integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF): estratégia que envolve a integração de diferentes sistemas produtivos, agrícolas, pecuários e florestais em uma mesma área, promovendo a recuperação de áreas degradadas.

A agroecologia pode ser vista como um passo além da Agricultura 4.0, avançando para o que pode ser chamado de Agricultura 5.0. Isso ocorre porque a agroecologia engloba uma ampla gama de conhecimentos interdisciplinares na busca por sistemas agroecológicos sustentáveis. Essa abordagem promove práticas agrícolas que evitam o uso de produtos químicos prejudiciais ao meio ambiente, buscando, assim, uma agricultura ecologicamente sustentável e socialmente justa.

7. Referências

AKPOTI, K.; KABO-BAH, A. T.; ZWART, S. J. Agricultural land suitability analysis: State-of-the-art and outlooks for integration of climate change analysis. **Agricultural Systems**, v. 173, p.172-208, 2019. DOI: 10.1016/j.agsy.2019.02.013.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: as bases científicas da agricultura alternativa. 2. ed. Rio de Janeiro: PTA- FASE, 1989. 240 p.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I.; HENAO, A.; LANA, M. A. Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. **Agronomy for sustainable development**, v. 35, n. 3, p. 869-890, 2015.

ALVES, E.; ROCHA, D. P. Ganhar tempo é possível? In: GASQUES, J. G.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; NAVARRO, Z. (Orgs.). **A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas**. Brasília: Ipea, 2010. p. 275-290.

ANA – Agência Nacional das Águas. **Censo agropecuário: que realidade do campo brasileiro se quer mostrar?** Disponível em: <<https://agroecologia.org.br/2017/04/06/censo-agropecuario-que-realidade-do-campo-brasileiro-se-quer-mostrar/>>. Acesso em: 1 out. 2019.

ANTUNES, M. **O desmonte da Conab e a política agrícola suicida do governo Bolsonaro.** Disponível em: <<https://www.brasildefato.com.br/2020/09/16/artigo-o-desmonte-da-conab-e-a-politica-agricola-suicida-do-governo-bolsonaro>>. Acesso em: 10 jun. 2021.

AQUINO, J. R.; GAZOLLA, M.; SCHNEIDER, S. Dualismo no campo e desigualdades internas na agricultura familiar brasileira. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 56, n. 1, p. 123-142, 2018.

ASSIS, R. L. de; ROMEIRO, A. R. Agroecologia e agricultura familiar na região centro-sul do estado do Paraná. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 43, n. 1, p. 155-177, 2005.

BALL, P. Acting on the global food crisis. **The Lancet**, v. 386, n. 109, p. 12-31, 2015.

BARROS, R. P. de; HENRIQUES, R.; MENDONÇA, R. **Education and equitable economic development**. Economia, Niterói, 2000.

BENINI, C. S. A.; NOVAES, C. A.; GALVÃO, A. L. C. **Sustentabilidade e padrão de consumo: alternativas para o desenvolvimento sustentável**. 2006. (Apresentação de Trabalho/Seminário).

BENINI, C. S. A.; NOVAES, C. A.; ZANDOVAL, R. L. O. **A Agricultura Familiar no Brasil**. 2006. (Apresentação de Trabalho/Seminário).

BORSATTO, R. S.; CARMO, M. S. do. Agroecologia e sua epistemologia. **Interciencia**, v. 37, n. 9, p. 711-716, 2012.

BROWN, G. **Dirt to Soil: One Family's Journey into Regenerative Agriculture**. Chelsea Green Publishing. 2018.

BUAINAIN, A. M. (Coord.) **Agricultura familiar e inovação tecnológica no Brasil: características, desafios e obstáculos**. Unicamp, 2007.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Agroecologia: enfoque científico e estratégico. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 3, n. 2, p. 13-16, abr./maio de 2002.

CARPANEZZI, A. A.; COSTA, L. G. S.; KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, C. F. A. Funções múltiplas das florestas: conservação e recuperação do meio ambiente. In: **Anais...** Congresso Florestal Brasileiro. 1990. p. 216-221.

CATAÑO HOYOS, C. J.; D'AGOSTINI, A. Segurança alimentar e soberania alimentar: convergências e divergências/Food Security and Food Sovereignty: convergences and divergences. **REVISTA NERA**, [S. l.], n. 35, p. 174-198, 2017. DOI: 10.47946/rnera.v0i35.4855. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/nera/article/view/4855>. Acesso em: 27 set. 2023.

CHRISTIAN, D. **Origens**: uma grande história de tudo. São Paulo, SP. Ed. Companhias das Letras, 2019.

CORRÊA, A. J. Distribuição de renda e pobreza na agricultura brasileira. Piracicaba: **Editora Unimep**, 1998.

COSTA, M. B. B.; SOUZA, M.; MULLER JÚNIOR, V.; COMIN, J. J.; LOVATO, P. E. Agroecologia no Brasil – 1970 a 2015. **Agroecologia**, v. 10, n. 2, p. 63-75, 2015.

Família Kern – SC. **Programa Globo Rural**, 2017. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=KMfSK7ev7dY&t=7s>>. Acesso em: 20 mai. 2021.

Família Sítio do Mato – Bahia. **Programa Globo Rural**, 2014. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=l80Lrpqx78>>. Acesso em: 20 mai. 2021.

Família Xavier - MG. **Programa Globo Rural**, 2018. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=F14JKHqWbB8>>. Acesso em: 20 mai. 2021.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **A fome no mundo**. 2019. Disponível em: <https://www.fao.org/family-farming/detail/fr/c/1601180/#:~:text=O%20Brasil%20tem%203%2>. Acesso em: 14 ago. 2021.

FINATTO, R. A.; SALAMONI, G. Agricultura familiar e agroecologia: perfil da produção de base agroecológica do município de Pelotas/RS. **Sociedade & Natureza**, v. 20, n. 2, p. 199-217, 2008.

FINATTO, R. A.; SALAMONI, G. Agricultura familiar e agroecologia: perfil da produção de base agroecológica do município de Pelotas/RS. **Sociedade & Natureza**, v. 20, n. 2, p. 199-217, 2008.

FRANÇA, C. G.; DEL GROSSI, M. E.; MARQUES, V. P. M. DE A. **Censo Agropecuario Familiar 2006 e a Agricultura Familiar no Brasil**. Brasília: NÚCLEO DE ESTUDOS AGRÁRIOS E DESENVOLVIMENTO RURAL (NEAD), 2009.

GLIESSMANN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. 658 p.

GUANZIROLI, C. E.; VINCHON, K. Agricultura familiar nas regiões serrana, norte e noroeste fluminense: determinantes do processo de geração de renda. **Revista**

de Economia e Sociologia Rural, v. 57, n. 3, p. 353-367, 2019.

GUERRA, C. de S.; SILVA, M. B. O. da. Direito à soberania alimentar no capitalismo periférico. **Revista direitos e práxis**, n. 17, p. 13-21, 2021.

GUZMÁN, E. S. **Agroecología e desarrollo rural sustentable**. In: Curso intensivo em agroecologia: princípios e técnicas ecológicas aplicadas à agricultura, 11, 2002, Seropédica. Palestra. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2002. Não publicado.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração**. Brasília: IBAMA, 1990. 95 p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017. Grupos de área total, segundo indicadores da agricultura familiar e não familiar - FAO (ibge.gov.br). Disponível em: <http://sidra.ibge.gov.br/tabela/1273>. Acesso em: 22 ago. 2021.

IBGE. **Censo Agro 2017**. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agr/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/produtores.htm>.

IBGE. Dores do Rio Preto - IBGE.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola - LSPA**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html?=&t=destaques>>. Acesso em: 10 ago. 2020

INCAPER - Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, 2019. **Agricultura Familiar do Espírito Santo: produção de água e alimentos saudáveis**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=kPq8y7luX6A>. Acesso em: 22 ago. 2021.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2020. **A taxa consolidada de desmatamento por corte raso para os nove estados da Amazônia Legal em 2020 foi de 10.851 km²**. Disponível em: <http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?cod_noticia=5811>. Acesso em: 11 ago. 2021

LEFF, E. **Saber ambiental: sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder**. México: Siglo XXI/UNAM/PNUMA, 1998. (Tercera edición, revisada y aumentada, 2002).

LOPES, P. R. et al. Uma análise das consequências da cafeicultura convencional e das opções de modelos sustentáveis de produção – agricultura orgânica e agroflorestal. **Revista Espaço de Diálogo e Desconexão**, v.8, n.2, p.1-38. 2014.

MALAQUIAS, J. O da S.; XAVIER, S. A. B.; SILVA, M. A. B. da; PEIXOTO, P. M. C.; SOUZA, M. N.; MOREIRA, C. G.; MOURA NETO, H.; ZACARIAS, A. J.; CARVALHO, C. S.; TOREZANI, R. Degradação ambiental pelo fator antrópico: uma breve análise da agropecuária, seus impactos ao meio ambiente e formas de mitigação. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas**

degradadas. Vol. II. Canoas: Mérida Publishers Ltda. 2021. p. 167-205. <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-994457-2-9.c4>

MAPBIOMAS. **17,5% do Brasil já queimou pelo menos uma vez em 20 anos**. 2021. Disponível em: <http://plataforma.mapbiomas.org>. Acesso em: 22 ago. 2021.

MENEGUZZO, I. S.; CHAICOUSKI, A. Reflexões acerca dos conceitos de degradação ambiental, impacto ambiental e conservação da natureza. **GEOGRAFIA (Londrina)**, v. 19, n. 1, p. 181-185, 2010.

MILLER JUNIOR, G. Tyler. **Ciência Ambiental**. 11. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008. 501 p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Agricultura familiar do Brasil é 8ª maior produtora de alimentos do mundo**. 2018. Disponível em: <<http://www.mda.gov.br/sitemda/noticias/agricultura-familiar-do-brasil-e-8a-maior-produtora-de-alimentos-do-mundo>>. Acesso em: 1 out. 2019.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Agroecologia alavanca vida do agricultor familiar**. 2016. Disponível em: <http://www.mda.gov.br/sitemda/noticias/agroecologia-alavanca-vida-do-agricultor-familiar>. Acesso em: 1 out. 2019.

MUNER, L. H. de et al. Sustentabilidade da cafeicultura do conilon no Espírito Santo. In.: FERRÃO, R. G. et al. (Ed.). **Café Conilon**. Vitória: Incaper, 2007. p. 625-647

NEUMANN, E.; FAJARDO, S.; MARIN, M. Z. As transformações recentes do espaço rural brasileiro: Análises do papel do Estado nas políticas de desenvolvimento rural das décadas de 1970 a 1990. **RA'EGA - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 40, p. 191-208, 2017.

NEY, M. G.; HOFFMANN, R. **Origem familiar e desigualdade de renda na agricultura**. 2003.

OTTONICA, S. L. C.; ATAYDE, G.R.; SANTA-EULALIA, L. A. O Big Data no desenvolvimento da indústria 4.0: novas perspectivas para o empreendedorismo acadêmico. In MARTÍNEZ-ÁVILA, D.; SOUZA, E. A.; GONZALES, M. E. Q. (Eds.) **Informação, conhecimento, ação autônoma e big data: continuidade ou revolução?** Marília: Oficina Universitária. São Paulo. Cultura Acadêmica. Filo Czar. 2019.

PADUA, J. B.; SCHLINDWEIN, M. M.; GOMES, E. P. Agricultura familiar e produção orgânica: uma análise comparativa considerando os dados dos censos de 1996 e 2006. **Interações (Campo Grande)**, v. 14, n. 2, p. 225-235, 2013.

PEREIRA, H. C. **Convencional, orgânico ou agroecológico: percepção de consumidores em feiras da região metropolitana de Vitória, ES**. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Sustentabilidade do Instituto Federal campus de Alegre). Alegre, 2022. 62 p.

PICOLOTTO, E. L. Os atores da construção da Categoria agricultura familiar no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 52, n. 1, p. 63–84, 2014.

REIS, M. R. **Recuperação de áreas degradadas como ferramenta de gestão ambiental**. 2010. Dissertação de Mestrado em Gestão Ambiental - Universidade Candido Mendes - RJ. 2010.

RIBEIRO-SILVA, R. de C. et al. Covid-19 pandemic implications for food and nutrition security in Brazil. **Ciencia e Saude Coletiva**, v. 25, n. 9, p. 3421-3430, 2020.

SANTOS, A. A.; BARACHO, I. P. S.; MELO, M. G.; SANTOS, V. M.; SANTOS, V. M. Interdisciplinaridade, agroecologia e homem como sujeito ativo na relação com a natureza. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 9. p. 69208-69225. 2020.

SANTOS, A. S. A modernização da agricultura no Brasil: Transições Agrícolas e Autogestão. **Revista desafios**, v. 7, n. 3, p. 209-229, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.20873/uftv7-8777>.

SANTOS, H. L. P. C. et al. Necropolitics and the impact of covid-19 on the black community in brazil: A literature review and a document analysis. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 25, p. 4211-4224, 2020.

SENNA, D. S. **Cafeeiro conilon em sistema agroflorestal: qualidade física do solo e carbono orgânico**. 2019. 90 fls. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo. Alegre, ES, 2019.

SILVA, B. R. da; FRARE, T. R.; GIANINI, H.; BOTELHO, W. C.; QUINTINO, L. F.; MENEGATTI, V. **As necessidades de qualificação de mão de obra na indústria 4.0**. Semana acadêmica revista científica. 2017.

SILVA, I. K. dos S. **A reforma agrária no governo Dilma**. Dissertação de mestrado em Serviço Social. Universidade Federal de Sergipe, 2017.

SILVA, J. M. P.; CAVICHIOLI, F. A. **O uso da agricultura 4.0 como perspectiva do aumento da produtividade no campo**. Interfase tecnologia. 2020.

SILVA, M. A. A.; SOUZA, M. N.; SILVA, D. M. A informalidade na produção da cachaça no município de Rio Pomba, MG. **Extensão Rural (Santa Maria)**, v.19, p. 75-104, 2012. Disponível em: <http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/extensaorural/issue/view/388>. Acesso em: 20 jul. 2021.

SILVA, M. A. A.; SOUZA, M. N.; SILVA, D. M. A informalidade na produção da cachaça no município de Rio Pomba, MG. **Extensão Rural (Santa Maria)**, v.19, p. 75-104, 2012. Disponível em: <http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/extensaorural/issue/view/388>. Acesso em: 20 jul. 2021.

SILVA, R. M. A.; NUNES, E. M. Agricultura familiar e cooperativismo no Brasil: uma caracterização a partir do Censo Agropecuário de 2017. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. v. 61, p. 1-22, 2022

SIQUEIRA, H. M.; SENNA, D. S.; ARAÚJO, J. B. S.; SILVA, M. W.; TURBAY, E. R. M. G. Análise econômica de consórcios do cafeeiro conilon com espécies perenes e florestais no sul do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 15, n. 5, p. 223, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33240/rba.v15i5.23125>.

SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. VI. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2023b. 322 p. ISBN: 978-65-84548-14-5. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-14-5>.

SOUZA, M. N. A complexidade dos meios de produção convencionais e a quebra de paradigmas. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. II. Canoas: Mérida Publishers Ltda. 2021b. p. 23-36.

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

SOUZA, M. N. **Mudanças no uso do solo e da água e a gestão dos recursos naturais**. Frankfurt, Alemanha: Novas Edições Acadêmicas, 2015, v.5000. 376 p.

SOUZA, M. N. Recuperação ambiental ou recuperação de áreas degradadas: conceitos e procedimentos. p. 11-57. In: SOUZA, M. N. **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. VOL. I. CANOAS: Mérida Publishers, 2021.133 p.

SOUZA, M. N. **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. VOL. I. CANOAS: Mérida Publishers, 2021c.133 p.

STÉDILE, J. P.; CARVALHO, H. M. de. Soberania alimentar. In: CALDART, R. S.; PEREIRA, I. B.; ALENTEJANO, P.; FRIGOTO, G. Dicionário da educação do campo. **Expressão Popular**, Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, FIOCRUZ. Rio de Janeiro, São Paulo, v. 37, p. 716-725, 2012.

TOY, T. J.; DANIELS, W. L. Reclamation of disturbed lands. **Encyclopedia of environmental analysis and remediation**. New York: John Wiley, v. 3, p. 4078-4101, 1998.

TRUGILHO, G. A. **Contribuições do “Programa Reflorestar” para intervenções conservacionistas e produtivas em propriedades rurais do Espírito Santo**. Dissertação (Mestrado em Agroecologia do Ifes campus de Alegre). 2023. 73 p.

VERONA, L. A. F. A real sustentabilidade dos modelos de produção da agricultura. **Horticultura brasileira**, v. 28, n. 2, p. 52-66 (Suplemento - CD Rom), julho 2010.

WEID, J. M. Conceitos de sustentabilidade e sua aplicação nos modelos de desenvolvimento agrícola. In: ALVAREZ V., V.H.; FONTES, L.E.F.; FONTES, M.P.F. **O solo nos grandes domínios morfológicos do Brasil e o desenvolvimento sustentável**. Viçosa: SBCS/UFV/DPS, 1996. p. 353-376.

WILLIAMS, R. **O campo e a cidade**. São Paulo: Companhia das Letras, v. 3, p. 106, 1989.