



Luis Manuel Hernández García
(Organizador)

Agroecologia

**Princípios e fundamentos ecológicos aplicados
na busca de uma produção sustentável**

Agroecologia:

princípios e fundamentos ecológicos aplicados
na busca de uma produção sustentável

Luis Manuel Hernández García (Org.)

Canoas

2021



Agroecologia: princípios e fundamentos ecológicos aplicados na busca de uma produção sustentável

© 2021 Mérida Publishers

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-991393-9-0>

Organizador

Luis Manuel Hernández García

Adaptação da capa e desenho gráfico

Reynaldo Miquel

Foto da capa

freepik.es



Canoas - RS - Brasil

contact@meridapublishers.com

www.meridapublishers.com

Todos os direitos autorais pertencem a Mérida Publishers. A reprodução total o parcial dos trabalhos publicados, é permitida desde que sejam atribuídos créditos aos autores.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

G216a García, Luis Manuel Hernández.
Agroecologia [livro eletrônico] : princípios e fundamentos ecológicos aplicados na busca de uma produção sustentável / Luis Manuel Hernández García. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2021.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-991393-9-0

1. Agricultura alternativa. 2. Meio ambiente. 3. Sustentabilidade.
I. Título.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Prólogo

A origem da agricultura data de aproximadamente o ano 10.000 aC, grãos como trigo e cevada foram cultivados nos primeiros assentamentos, e o arroz provavelmente a partir do ano 6200 aC. No período entre o ano 5000 e 2000 aC culturas como a batata, feijão, milho, algodão e coca foram cultivados na América do Sul. A intensificação agrícola é relatada pela primeira vez na Suméria e no Egito, seguido pelos Romanos e outras civilizações contemporâneas. Na idade média algumas modificações são realizadas nas culturas ancestrais, com novas seleções na Europa, com um intercâmbio significativo entre América e Europa após as viagens de Cristóvão Colombo.

Após a revolução francesa houve uma forte pressão pela mecanização, refletida também nos campos agrícolas. Nos últimos 200 anos técnicas de irrigação e fertilização agrícola foram mais frequentes nos sistemas rurais e a partir do ano 1900 a agricultura nos países desenvolvidos começa a ser representada pela mecanização.

Durante a primeira e segunda guerra mundial a indústria química teve um desenvolvimento acelerado com o intuito de manter a segurança alimentar durante períodos de guerra. Cientistas alemães desenvolveram compostos sintéticos substitutos de aqueles obtidos em processos naturais mais demorados (i.e processo Haber-Bosch). Outros compostos novos com características mais nocivas foram produzidos durante a guerra e foram utilizados posteriormente contra um novo inimigo, as pragas. Estes compostos passariam a serem amplamente reconhecidos na década de 1960-1970 como praguicidas, herbicidas ou análogos.

Iniciou-se nessa época uma campanha por adoptar uma nova revolução agrícola (revolução verde) sem considerar danos ambientais na época onde os conceitos ecológicos estavam apenas surgindo. Futuras evidências foram necessárias para associar os efeitos negativos do uso indiscriminado de agrotóxicos com problemas de saúde como malformações fetais, câncer, e etc. Atualmente, alguns cientistas e linhas de pesquisas especializadas tem um foco permanente nos estudos de uso mínimo ou inexistente de compostos sintéticos (principalmente, herbicidas ou praguicidas) nas culturas. O objetivo dessas pesquisas ou tendências filosóficas é comprovar que é possível obter

um saldo de produtividade ainda sem o uso de compostos prejudiciais para o ambiente.

Algumas das estratégias adotadas para manter essas linhas envolvem diversos componentes, entre eles o componente social que está relacionado ao contato com povos rurais praticantes permanentes da agricultura com métodos mais tradicionais. Um método comum a ser usado, prévio à prática, é a conscientização ambiental mediante projetos ou planos de educação. Outro mecanismo é a divulgação de experiências ou vivências do uso de métodos, com culturas específicas, como é apresentado em parte dos capítulos desta edição.

Com esta edição os autores pretendem conscientizar os produtores rurais e grandes produtores a adotarem estratégias mais ecológicas visando o uso mais sustentável da produção e um ganho econômico justo.

Dr. Luis Manuel Hernández García

Pesquisador de pós-doutorado

Universidade Estadual do Maranhão, UEMA, Brasil.

Apresentação de autores

Alfredo Castamann

Professor Doutor. Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, Brasil.

Altemir José Mossi

Professor Doutor. Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, Brasil.

Ana Paula Candido Gabriel Berilli

Professora Doutora. Instituto Federal do Espírito Santo – Campus de Alegre, Brasil.

Caio Vinicius Sales Pereira Da Macena

Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, Brasil.

Denise Cargnelutti

Professora Doutora. Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, Brasil.

Egabrieli Garbin

Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, Brasil.

Ezequiel Bampi

Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, Brasil.

Fabio Gomes Zampieri

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal de Educação do Espírito Santo – Campus de Alegre, Brasil.

Flavia Ribeiro Oliveira Zampieri

Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Alegre – FAFIA, Brasil.

Gabriela de Melo Santiago

Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, Brasil.

Geisa Corrêa Louback

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal de Educação do Espírito Santo – Campus de Alegre, Brasil.

Luciana Lins Oliveira Santos

Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, Brasil.

Maria Angélica Alves da Silva Souza

Professora. Instituto Federal do Espírito Santo – Campus de Alegre, Brasil.

Maria Rosângela Malheiros Silva

Professora Doutora. Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, Brasil.

Marina Pereira Ribeiro Sardinha

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal de Educação do Espírito Santo – Campus de Alegre, Brasil.

Maurício Lorenção Fornazier

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal de Educação do Espírito Santo – Campus de Alegre, Brasil.

Maurício Novaes Souza

Professor Doutor. Instituto Federal do Espírito Santo – Campus de Alegre, Brasil.

Maycon Pedrosa Cardoso

Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, Brasil.

Miguel Mundstock Xavier de Carvalho

Professor Doutor. Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Laranjeiras do Sul, Paraná, Brasil.

Paulo Henrique Vailati

Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Laranjeiras do Sul, Paraná, Brasil.

Raimundo Nonato Viana Santos

Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, Brasil.

Ronald Assis Fonseca

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal de Educação do Espírito Santo – Campus de Alegre, Brasil.

Stephan Lopes Carvalho

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal de Educação do Espírito Santo – Campus de Alegre, Brasil.

Vilson Conrado da Luz

Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, Brasil.

Índice

CAPÍTULO 1.....	9
Educação ambiental na cafeicultura agroecológica: ferramenta de transformação e promoção da sustentabilidade	
Fabio Gomes Zampieri, Maurício Novaes Souza, Ronald Assis Fonseca, Stephan Lopes Carvalho, Maria Angélica Alves da Silva Souza, Maurício Lorenção Fornazier, Geisa Corrêa Louback, Flavia Ribeiro Oliveira Zampieri	
CAPÍTULO 2.....	31
Soluções tecnológicas emergentes para uma agricultura sustentável: microrganismos eficientes	
Denise Cargnelutti, Ezequiel Bampi, Gabriela de Melo Santiago, Vilson Conrado da Luz, Egabriel Garbin, Alfredo Castamann, Altemir José Mossi	
CAPÍTULO 3.....	63
Agroecologia no Brasil: história e polissemia de um conceito	
Paulo Henrique Vailati, Miguel Mundstock Xavier de Carvalho	
CAPÍTULO 4.....	95
Certificação de produtos orgânicos no município de Nova Venécia-ES e suas externalidades positivas	
Marina Pereira Ribeiro Sardinha, Maurício Novaes Souza, Ana Paula Candido Gabriel Berilli	
CAPÍTULO 5.....	118
Dinâmica da decomposição dos adubos verdes na manutenção da fertilidade do solo, disponibilidade de nutrientes e manejo agroecológico de plantas espontâneas em hortaliças	
Raimundo Nonato Viana Santos, Maycon Pedrosa Cardoso, Caio Vinicius Sales Pereira Da Macena, Luciana Lins Oliveira Santos, Maria Rosângela Malheiros Silva	

CAPÍTULO 1

Educação ambiental na cafeicultura agroecológica: ferramenta de transformação e promoção da sustentabilidade

Fabio Gomes Zampieri, Maurício Novaes Souza, Ronald Assis Fonseca, Stephan Lopes Carvalho, Maria Angélica Alves da Silva Souza, Maurício Lorenção Fornazier Geisa Corrêa Louback, Flavia Ribeiro Oliveira Zampieri

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-991393-9-0.c1>

Resumo

Este artigo apresenta a Educação Ambiental (EA) como ferramenta de transformação da cafeicultura convencional, influenciando nas tomadas de consciência e decisão sobre a questão ambiental e a sustentabilidade. O resultado desta conscientização proporcionará conhecimentos aos cafeicultores sobre a produção sem a utilização de agroquímicos. Pretende-se mostrar que a cafeicultura agroecológica é coerente com as propostas do desenvolvimento sustentável, por meio do uso de práticas conservacionistas de água e solo, bem como a adoção de atitudes ecologicamente adequadas. Será estabelecida a relação entre a EA e a sustentabilidade, questão abordada frequentemente em nosso cotidiano e também comumente divulgada, associando-a a qualidade de vida dos seres humanos. O desenvolvimento sustentável ocorre a partir de uma lógica que satisfaça as necessidades presentes sem comprometer a capacidade e as necessidades futuras dos cafeicultores. Para tanto, a proposta é tornar visível a relevância da EA e a sua importância em facilitar a compreensão e conscientização das temáticas ambientais, de tal forma que se tornem tais procedimentos parte do seu cotidiano e de sua rotina de trabalho. Assim, a EA dará ênfase na conscientização dos produtores de café com manejo convencional, procurando sensibilizá-los da importância da conservação e recuperação do ambiente. Quanto ao uso dos recursos naturais renováveis na produção de café, nos dias atuais, percebe-se a necessidade de criar normas básicas para atingir tal objetivo. Para esse fim, Institutos, Universidades e organizações governamentais e não governamentais, de diversos países do mundo, criaram, entre outros, o chamado “Currículo de Sustentabilidade do Café” (CSC), para orientar produtores na aplicação de práticas sustentáveis, que sugere dezoito (18) passos a serem observados, trazendo resultados bastante satisfatórios. Sugerem relacionar o desenvolvimento sustentável com a conservação/preservação dos recursos naturais, além de uma visão diferenciada para o desenvolvimento da sociedade, onde não ocorra a visão de separação das esferas política, econômica, social, cultural e ambiental, estimulando o uso dos recursos locais e harmonizando-as às condições ecológicas, socioculturais e econômicas. A cafeicultura agroecológica se baseia em princípios conservacionistas e, ou, preservacionistas da biodiversidade. Portanto, a EA crítica e transformadora são fenômenos que se cruzam, construindo novos caminhos, despertando pensamento ecológico sedimentado na preservação ambiental e na busca por um meio ambiente ecologicamente equilibrado.

Palavras-chave: cafeicultura, educação ambiental, sustentabilidade socioambiental.

1. Introdução

No período Mesolítico, o homem deixa de ser coletor/caçador e passa a realizar o cultivo a fim de assegurar o seu sustento de maneira mais estável e regular [1]. Com a evolução das tecnologias pós Revolução Verde, as práticas agropecuárias sofreram muitas modificações, passando a utilizar com mais frequência insumos, tais como: agrotóxicos, fertilizantes, irrigação, novas variedades genéticas e maquinarias [2], ocasionando a redução da biodiversidade e o aumento da degradação ambiental em uma escala jamais vista, ameaçando diretamente à sobrevivência dos seres humanos. O uso indiscriminado dos agrotóxicos provocou inúmeros impactos e externalidades negativas: tanto para a saúde dos aplicadores e dos consumidores, como para o meio ambiente [2-4].

Ruscheinsky [5] defende que atualmente é indispensável deixar de lado a agricultura convencional e direcionar novos caminhos para uma agricultura mais autossustentável e de baixo impacto. A agricultura ecológica é uma técnica que usa princípios científicos e que se encontra em construção [3, 6]. Sendo bem aplicada, pode trazer amplos benefícios aos produtores, aos consumidores e ao ecossistema em que se vivem [2].

Nesse sentido, a Educação Ambiental (EA) apresenta uma considerável importância para a coletividade, junto à escola, que é a principal instituição capaz de colaborar com as tomadas de decisões sobre a difícil situação em que se vive a sociedade, expondo para as crianças e jovens informações, auxiliando nas pesquisas, criando grupos críticos e conscientes e buscando restabelecer a harmonia entre o ser humano e o ambiente.

O objetivo do presente artigo é apresentar a Educação Ambiental como ferramenta de transformação de concepções agropecuárias, particularmente a cafeicultura convencional, na promoção da sustentabilidade via cafeicultura agroecológica, sensibilizando o produtor quanto à importância dos cuidados na utilização dos recursos naturais.

2. Educação Ambiental (EA)

O Brasil regulamenta a EA pela Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), que define os princípios básicos desta nos sistemas de ensino, Lei 9.795, de 27 de abril de 1999 [7].

A Educação Ambiental é uma dimensão da educação que apresenta um caráter crítico e que modifica a forma de atuação, atitude coletiva ou ideal coletiva, além de respeitar a sociedade [8]. Nos dias atuais, ainda há uma visão inocente da EA, que de fato, tem um propósito maior - sua cobertura vai muito além: promove a ligação entre a ecologia e a sociedade, envolvendo também conhecimentos locais, regionais e globais [9].

Segundo Guimarães [10], a concepção crítica de Educação Ambiental e a sua relação dialética, cria subsídio para a transformação da sociedade e, conseqüentemente, a transformação de cada indivíduo, tornando-o capaz de resolver os problemas da sociedade.

O processo educacional realizado na sociedade e as distintas formas de entendimento da relação socioambiental (sentido estrito), que fundamenta o movimento ambientalista e demais movimentos sociais, não nos permite definir uma única EA [11]. A EA é formada por várias concepções, com visões paradigmáticas particulares de natureza e de sociedade, a sedução por conceitos contrários de um grupo e interpretações em permanente conflito e diálogo. Dentro desse campo educativo ocorre o encontro da EA com o pensamento crítico [9].

O pensamento crítico, sob a perspectiva da EA, auxilia na formação de relações indivíduo-sociedade e coletividade. A EA crítica supõe antecipadamente uma tomada de posição de responsabilidade pelo mundo: obriga ter responsabilidade com o ambiente e com as relações dos outros com o ambiente, não havendo divisão nem ordenação entre as dimensões das ações humanas [9].

Maia [12] destaca que a EA tem um panorama crítico que sugere a uma explanação de ideias políticas, investigando de forma minuciosa as ações e de superar a força capitalista, resistindo, por consequência, a conversa centralizada. No cenário ecológico sugere diálogos propondo-se mudanças viáveis e visíveis, e uma nova reestruturação social. Nesta sequência, o debate sobre formas menos agressivas de produção de alimentos no contexto da EA, demonstra um novo olhar social e ambiental nas relações do trabalhador e da sua produção com o consumidor.

3. Cafeicultura convencional no Brasil

No Brasil, a cafeicultura promoveu desenvolvimento econômico e ganhos expressivos ao longo de sua história, o que proporcionou ao país a se sobressair na produção de café no cenário mundial, tornando-se o maior produtor [13]. No entanto, foi observado que o modelo de produção que promoveu o crescimento do setor, provocou muitos impactos e externalidades socioambientais negativos, que se evidenciam mais intensamente nos dias atuais [2].

Diversos impactos foram observados, tais como: a) a implantação dos monocultivos de café que reduziu a biodiversidade via desmatamento da Mata Atlântica e do Cerrado; b) o consumo indiscriminado dos agroquímicos; c) as derrubadas das matas ciliares, que provocou o assoreamento, a contaminação e a degradação dos recursos hídricos; e d) afetou a saúde, com intoxicação e mortes de muitos agricultores em decorrência do uso indiscriminado de agrotóxico por produtores de café [2, 13].

O fato é que esse modelo de produção convencional reduziu a resistência e a resiliência dos agroecossistemas, os impactos geraram um desequilíbrio ambiental por intermédio de monocultivos, quebrando a condição de homeostasia, causando a redução na resistência biológica do ecossistema e o empobrecimento do solo, favorecendo o surgimento de pragas e doenças com perda significativa de produção [3, 13].

Na cafeicultura, o monocultivo a pleno sol foi o modelo adotado de produção de café no Brasil [13]. A Figura 1 apresenta uma lavoura cafeeira que adota esse modelo convencional de produção.

Desde o início do século XIX, a forma de condução do cultivo provoca o baixo nível de diversidade biológica; a ideia de que o cafeeiro pode ser cultivado abaixo do dossel das florestas é desconhecida, a exemplo dos cafeeiros da Colômbia, Venezuela, Costa Rica, México, Nicarágua e Panamá [14]. Com isso, a busca por soluções mais ecológicas e economicamente viáveis vem sendo pesquisada no Brasil, priorizando os pequenos e médios agricultores [15, 16].



Figura 1. Modelo convencional de produção de café.

Fonte: <https://cafemaniacos.com.br/>.

Uma das tecnologias agrícolas sugerida é a implantação do Sistema Agroflorestal, conhecido como (SAF), ou a Permacultura, que têm o seu fomento aplicado pela EA para obter uma agricultura sustentável. Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) são sistemas agrícolas diferenciados dos sistemas convencionais, para aumentar a diversidade e a produtividade agrícola, conservando e melhorando a fertilidade dos solos.

Considerado como uma prática agroecológica, o sistema agroflorestal (SAF) tem um papel fundamental no processo ecológico, como a degradação e incorporação da matéria orgânica, a ciclagem de nutrientes e da biodiversidade aos sistemas agrícolas, o fluxo de energia, a sucessão ecológica para reduzir a aplicação dos insumos externos, conduzindo à produção agrícola sustentável [3, 17, 18].

O sistema convencional de produção de café no Brasil define como manejo agrícola o uso de fertilizantes químicos e agrotóxicos. Comparativamente, o sistema orgânico de produção no Brasil define como manejo a adoção de técnicas que potencializem o uso da biodiversidade e dos recursos endógenos, reduzindo o uso de energias não renováveis e a supressão dos agrotóxicos, favorecendo a preservação da saúde ambiental e humana [19].

A produção de café de cultivo convencional e a cafeicultura agroecológica divergem principalmente nos insumos utilizados durante o cultivo. Os insumos utilizados no controle das pragas agrícolas ainda é a principal estratégia, buscando maior produtividade e tendo por premissa que auferirão menores custos. No entanto, os agroquímicos utilizados no controle das pragas agrícolas, preocupantes por apresentar alta toxicidade e, por isso, seu consumo e poder residual nos alimentos, água e meio ambiente, precisa ser controlado [20].

O fato é que o uso de práticas conservacionistas é imprescindível para reduzir os impactos e as externalidades negativos gerados pelas atividades agrícolas. A Figura 2 representa uma prática de manejo ecológico, por meio de controle biológico, que é um método de combater pragas agrícolas com a utilização de seus inimigos naturais, que podem ser insetos predadores, parasitoides e microrganismos (fungos, bactérias e vírus), no cultivo de café.



Figura 2. Prática sustentável de controle biológico na produção de café.
(Fungo *Beauveria bassiana* colonizando adulto de broca-do-café)

Fonte: <https://www.terravivasa.com.br/>.

Há de se considerar que toda atividade agrícola desenvolvida pelo homem apresenta um potencial gerador de desequilíbrio ambiental que deve ser observada. No caso específico da cafeicultura, produzir a qualquer custo

para se obter lucro, sem ter a preocupação dos efeitos que os insumos iram provocar ao ambiente, vem sendo questionado sob o aspecto de sustentabilidade ambiental e, inclusive, econômica.

As práticas de conservação do solo devem ser evidenciadas, utilizando práticas tais como: a) controle de pragas (insetos) deve ter manejo ecológico apropriado; b) manejo ecológico de pragas e doenças (MIP) e de plantas infestantes eficientes; e c) destinação correta dos efluentes (resultado do despulpamento do café) [3, 21].

4. Cafeicultura orgânica e agroecológica

A agricultura orgânica é um modelo de produção que recebe essa denominação por não utilizar fertilizantes sintéticos ou agrotóxicos. Esse modelo sugere a utilização de adubação verde, rotação de culturas para evitar desgaste do solo, compostagem, controle biológico de pragas, entre diversas outras práticas, ambientalmente corretas. A cafeicultura orgânica é produzida sem a utilização de agrotóxicos e fertilizantes sintéticos de alta solubilidade, uma forma de utilização natural alternativa e a compostagem de matéria orgânica vegetal e animal, biofertilizantes, resíduo de polpa e casca de café, húmus de minhoca, entre outros [6, 22].

A cafeicultura agroecológica vem se destacado como uma metodologia alternativa na produção de alimento limpo, em que esta baseada em tecnologia sustentável, obedecendo aos princípios básicos da agroecologia, respeitando os princípios ecológicos, primando pela preservação dos espaços naturais, estimulando a ciclagem de nutrientes e conservando a biodiversidade [6].

Segundo Altieri e Nicholls [23]:

Os princípios da agroecologia podem ser aplicados para implementar a eficiência dos sistemas agrícolas através do uso de várias técnicas e estratégias. Cada uma destas terá diferentes efeitos na produtividade, estabilidade e resiliência dentro dos sistemas de produção, dependendo das condições locais, limitações de recursos e, em muitos casos, do mercado.

Na “Cafeicultura Agroecológica” uma forma alternativa de nutrição da planta é a utilização do adubo verde. A adubação verde é definida como a prática de se incorporar, ou deixar sobre o solo massa vegetal não decomposta de plantas cultivadas no local ou importada, com a finalidade de preservar e, ou, restaurar a produtividade das terras agricultáveis [2].

O uso de adubos verdes promove a ciclagem de nutrientes e a fixação biológica de nitrogênio, reduz a erosão, melhora a estrutura do solo, incorpora matéria orgânica, aumenta a capacidade de retenção de água no solo e reduz a incidência de plantas invasoras e pragas. Surgiu como uma opção: é uma prática milenar utilizada por muitos agricultores nos dias atuais, com o objetivo de melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos, produtividade e qualidade das culturas de interesse econômico.

A adubação verde funciona também no manejo de plantas espontâneas, na adequação da propriedade para implantação do sistema de produção agroecológico e, ou, orgânico e, principalmente, com o objetivo de redução dos custos de produção.

A Figura 3 representa um sistema de manejo ecológico no controle plantas invasoras, utilizando plantas de cobertura que realizam a supressão de plantas daninhas por meio dos processos de abafamento, no cultivo de café.



Figura 3. Lavoura com manejo do mato e uso de leguminosas nas entrelinhas.
Fonte: Souza [3].

Um dos seus principais e mais importantes benefícios, está relacionado ao uso de espécies de plantas, principalmente da família Fabaceae ou Leguminosae, que se associam a bactérias fixadoras de nitrogênio do ar, retirando o nitrogênio (N) do ar e disponibilizando-o no solo para as plantas. A fertilidade do solo e o uso inadequado de calagem e adubações, principalmente com N, são considerados os principais fatores responsáveis por baixas produtividades em áreas destinadas à produção [3,24].

Com a preocupação da sociedade pelo consumo de alimentos livres de agrotóxicos e outros produtos químicos, levou a agricultura orgânica a adotar o manejo ecológico de pragas (MEP), que tem a finalidade de promover o manejo dos agroecossistemas por meio da criação de um ambiente harmônico e natural, incorporando as informações ecológicas básicas ao manejo integrado de pragas (MIP), que é um sistema de manejo que associa o ambiente à dinâmica populacional da praga [14].

O manejo integrado pode ser utilizado para o manejo de insetos, doenças e plantas daninhas, tais como: a) o uso de **inseticida microbiológico**, em que os fungos *Beauveria bassiana* colonizam o adulto da broca-do-café; e b) o uso de plantas de cobertura leguminosas *Arachis pintoi* realizando a supressão de plantas daninhas por meio dos processos de abafamento e da alelopatia. Dessa forma, permitem conhecer os hábitos das pragas existentes na lavoura e poderão entender quais são os melhores métodos de controle para serem utilizados.

Segundo Venzon *et al.* [25]:

“Na verdade, o MIP tem sido usado sem que se tenha conhecimento pleno das interações ecológicas envolvidas no agroecossistema e, assim, utilizam-se de medidas terapêuticas de controle, sem saber, realmente, quais são os motivos que levaram determinados insetos a atingir o *status de praga e como agem os agentes* limitantes do crescimento populacional desses insetos”.

O combate aos insetos, plantas invasoras e doenças na cafeicultura orgânica se baseia em uma forma ecológica que atua sem agredir o meio ambiente, utilizando-se de práticas como a rotação de culturas, a adubação verde e o controle biológico de pragas e doenças. Também busca manter a estrutura e produtividade do solo, trabalhando em harmonia com a natureza [14].

É por meio da vivência com as práticas agrícolas conservacionistas que se aprende a importância da agricultura orgânica, que tem como principal papel proporcionar um desenvolvimento e uma nova forma de se relacionar com a natureza e com o meio ambiente. A Figura 4 representa um manejo ecológico, onde a produtividade do solo é utilizada com consórcio de café, banana e espécies nativas, criando harmonia no processo agrícola, apresentando ganhos em produção e produtividade sustentáveis.



Figura 4. Lavoura com manejo ecológico, utilizada com consórcio de café, banana e espécies arbóreas. Fonte: Arquivo pessoal.

5. A Educação Ambiental e a promoção da sustentabilidade

Devido ao crescimento populacional e tecnológico, legado da Revolução Verde e Industrial, os problemas ambientais advindos das ações antrópicas estão cada vez mais frequentes no cenário mundial. A abertura de novas áreas para plantio, que geram desmatamento, estimulam a pecuária extensiva, a

geração de efluentes e a produção de resíduos sólidos cada vez mais tóxicos, alertam o mundo para mudanças drásticas [2, 26].

Para Carvalho [9], o período histórico-cultural reflete diretamente sobre o comportamento atual, por exemplo, sobre a educação ambiental. Está de forma irremediável relacionado com uma grande diversidade de interesses e projetos sociais, dando origem a diferentes interpretações sobre as questões ambientais. Dessa forma, para Guimarães [10], a educação ambiental atual não deve estar baseada em uma visão liberal, onde aponta que a transformação da sociedade é consequência da transformação de cada indivíduo; ou seja, por si só seria capaz de resolver todos os problemas da sociedade.

Para esse mesmo autor, em uma concepção crítica de educação ambiental, “acredita-se que a transformação da sociedade é causa e consequência (relação dialética) da transformação de cada indivíduo, havendo reciprocidade dos processos no qual propicia a transformação de ambos. Nessa visão, educando e educador são agentes sociais que atuam no processo das transformações sociais” [10].

Neste sentido, o desenvolvimento sustentável destaca a autoconfiança das populações locais e a sua diversidade cultural. A cultura impõe seus valores e conceitos em um processo de adaptação às mudanças do meio. Observa-se, em muitos casos, que algumas comunidades agridem o meio ambiente, provocando impactos ambientais negativos, por desinformação, deseducação e desconhecimento: ou seja, não existe a intenção e o planejamento dessas pessoas para a realização de tais atitudes [9].

O fato é que a ocupação dos espaços naturais pelos seres humanos tem provocado impactos e externalidades negativos ao meio ambiente, acarretando sua degradação [2]. É sabido que as práticas agrícolas utilizadas na cafeicultura convencional vêm promovendo acelerado processo de degradação [2, 3]. Na cafeicultura agroecológica, o café é cultivado sob as regras da agricultura orgânica, que tem como objetivo o fortalecimento dos processos biológicos por meio de diversificação de culturas, da fertilização com adubos orgânicos e do controle biológico de pragas, entre outros, sem gerar impacto ao meio ambiente e aos consumidores [27].

Neste sentido a EA surgiu da necessidade de buscar soluções e alternativas, por intermédio da conscientização, sensibilização e percepção ambiental da sociedade em relação ao mundo em que vivem. O desafio é tentar criar uma mentalidade com relação ao uso dos recursos oferecidos pela natureza, potencializando assim um novo modelo de comportamento, buscando equilíbrio entre o homem e a natureza [28].

De acordo com Souza [2], a crescente preocupação da sociedade com a saúde, a qualidade de vida e do meio ambiente, levam os consumidores a valorizar a adoção de métodos de produção agrícola que garantam a qualidade dos produtos, que sejam menos agressivos ao meio ambiente e socialmente justos com os trabalhadores rurais. É neste contexto que a agricultura agroecológica surge como alternativa para produção agrícola mais sustentável, ambientalmente equilibrada e socialmente justa (Figura 6).



Figura 5. Lavoura de produção de café orgânico e agroecológico.

É preciso compreender os impactos ambientais negativos por que passa o planeta e procurar conscientizar a produção sustentável, que se configura em umas das possibilidades de tratamento ao desequilíbrio social e ambiental sofrido [2].

Considerado como uma das ferramentas para reverter esse processo, a EA permitirá o crescimento da consciência e a sensibilidade do ser humano em relação à conservação das questões ambientais [10].

Em geral, a falta de conscientização sobre a utilização de fertilizantes e agrotóxicos na cafeicultura pós “Revolução Verde”, e que está arraigada aos hábitos dos produtores, conduziu a contaminação, poluição e, ou, degradação do meio ambiente, pondo em risco a saúde dos agricultores e dos consumidores [2, 3].

Diante dessa realidade, faz-se necessário pensar em políticas públicas que criem normas e métodos que norteiem as ações de extensão rural, dando orientações com as ferramentas da EA e busquem propostas que conduzam ao desenvolvimento sustentável e garantam o bem-estar social e ambiental [29].

Assim, a Educação Ambiental tem importante papel na fundamentação de conceitos, na tomada de consciência dos produtores de café convencional, que se mostram inflexivos quanto à forma ecológica dos modernos cafeicultores. A EA deve estar ao lado desse produtor quando o assunto é conscientizar, preservar e proteger o meio ambiente.

Como afirma Dantas [30], a EA nasceu com o objetivo de gerar uma consciência ecológica em cada ser humano, preocupada em ensejar a oportunidade de transmitir um conhecimento que permitisse mudar o comportamento voltado à proteção da natureza. Segundo Barchi [31], “a institucionalização da educação ambiental tem como uma das suas principais justificativas o fato de que sem ela não é possível criar sociedades sustentáveis e justas, e muito menos garantir um planeta mais saudável e limpo para as gerações futuras”.

A prática agrícola adotada na cafeicultura agroecológica, suscita a preservação do ecossistema e reforça as práticas centradas na sustentabilidade por meio da EA. A sustentabilidade ambiental define a maneira como os seres humanos, utilizam os bens e recursos naturais, para suprir suas necessidades sem que ocorra o esgotamento dos recursos para as gerações futuras. Ou seja, ser sustentável é utilizar e cuidar para que não se destruam os meios de produção aos próximos usuários.

Criar e desenvolver novos métodos e tecnologias apropriadas que garantam a sustentabilidade dentro do processo produtivo, que estimule o

“desenvolvimento econômico”, é o contexto das propostas do desenvolvimento sustentável. É um desafio que deve ser posto em prática no cotidiano do produtor cafeeiro. O grande beneficiário de se adotar as boas práticas de produção que levam à sustentabilidade é o próprio produtor rural, sua propriedade e sua família, e toda a comunidade.

6. Sustentabilidade e globalização

O princípio da sustentabilidade surge com a globalização: que é representada por uma nova cultura onde é fundamental a conservação do meio ambiente. Contudo, para que seja efetiva, é preciso o envolvimento dos produtores rurais em busca de um modelo de produção agrícola que respeite os recursos naturais, associando-o a melhoria do bem-estar e da qualidade de vida. A Educação Ambiental sustenta a base científica que conduz à sustentabilidade, cabendo considerar que esta é um processo: deverá envolver toda a sociedade, buscando uma forma de desenvolvimento que seja capaz de manter o padrão de vida das gerações atuais sem comprometer as futuras [13].

A sustentabilidade é um processo que deve ser estabelecido em longo prazo - está atrelado ao desenvolvimento sustentável. Isso quer dizer que o crescimento e satisfação das necessidades humanas podem ser alcançados sem que as gerações futuras sejam comprometidas pela exploração indiscriminada dos recursos naturais.

De acordo com Leff [32]:

O princípio de sustentabilidade surge como uma resposta à fratura da razão modernizadora e como uma condição para construir uma nova racionalidade produtiva, fundada no potencial ecológico e em novos sentidos de civilização a partir da diversidade cultural do gênero humano. Trata-se da reapropriação da natureza e da invenção do mundo; não só de um mundo no qual caibam muitos mundos, mas de um mundo conformado por uma diversidade de mundos, abrindo o cerco da ordem econômica-ecológica globalizada.

Esses conceitos fornecem as bases teóricas para chegar-se a sustentabilidade. É pela integração das esferas política, social, econômica, cultural e ambiental. Dessa forma, o desenvolvimento sustentável será pleno. Baseado nesse princípio, já praticado por produtores de diversos países, será apresentado o Currículo de Sustentabilidade do Café.

7. Currículo de sustentabilidade do café

Segundo Esteves [33], o “Currículo de Sustentabilidade do Café”, sua formatação e estruturação curricular, teve como base a Instrução Normativa 49/2013, do Ministério da Agricultura e Pecuária – MAPA e os princípios da sustentabilidade cafeeira criado por distintas instituições que determinaram critérios técnicos de produção, sobre boas práticas agrícolas e gestão da atividade cafeeira.

A Plataforma Global do Café (GCP) é uma iniciativa mundial com o objetivo de aumentar o uso de práticas sustentáveis na produção, que vem ajudando na difusão e aplicação do Currículo de Sustentabilidade do Café (CSC), para orientar produtores na aplicação de práticas sustentáveis na produção do grão. O CSC indica o que pode ser feito e o que deve ser evitado, com condutas divididas em dezoito (18) áreas temáticas, que englobam aspectos sociais, ambientais e econômicos.

➤ **Aspectos Econômicos** - O objetivo é aperfeiçoar a aplicação dos recursos e reduzir custo. Trabalha com os seguintes temas:

1. Produtividade;
2. Controles, registros e documentação;
3. Custo de produção
4. Análise de solo, plano de adubação e análise foliar;
5. Manejo Integrado de Pragas e Doenças.

➤ **Aspectos Ambientais:** Objetivo é atender as normas de preservação e reduzir os impactos ambientais. Trabalha com os seguintes temas:

6. Cobertura e conservação do solo;
7. APP: Área de Preservação Permanente;

8. Uso racional da água;
9. Tratamento e destinação de resíduos;
10. Armazenamento de agroquímicos;
11. Devolução de embalagens de agroquímicos;
12. Agroquímicos com registro e prazo de carência;
13. Clima.

➤ **Aspectos Sociais:** Objetivo é atender necessidades humanas mantendo segurança socioambiental. Trabalha com os seguintes temas:

14. Uso de EPI;
15. Treinamentos;
16. Saúde e segurança;
17. Legislação Trabalhista;
18. Jovens, mulheres e sucessão familiar.

A Figura 7 representa lavoura agrícola apresentando as 18 áreas temáticas para orientar produtores na aplicação de práticas sustentáveis que englobam aspectos sociais, ambientais e econômicos.



Figura 6. Lavoura agrícola apresentando as dezoito (18) áreas temáticas para orientar produtores na aplicação de práticas sustentáveis. Fonte: <https://www.cafepoint.com.br/>.

8. Implantação do Currículo de Sustentabilidade do Café (CSC) e os benefícios gerados

A adesão do produtor e a implantação das dezoito (18) áreas temáticas é um processo! Os benefícios irão surgir ao longo do tempo. A partir do momento em que tais procedimentos se tornam rotina, o produtor que atingir o bom cumprimento deste conteúdo, irá perceber os seguintes benefícios [34]:

- Tornar-se-á mais sustentável;
- Produtor sustentável obtém maior lucro, no curto, médio e longo prazo;
- Gestão eficiente;
- Economiza insumos;
- Melhora a produtividade e a qualidade do café;
- Maior controle dos custos de produção;
- Solo e água são preservados e os impactos produtivos, reduzidos;
- Foco em capacitação e treinamento (produtor estimulado a fazer treinamento);
- Melhor cumprimento da legislação;
- Maior segurança para trabalhar;
- Melhor organização da propriedade.

Todos os benefícios descritos advindos da **implantação do Currículo de Sustentabilidade do Café** na propriedade cafeeira manterá a qualidade superior de seu produto, considerando as questões sociais, ambientais e econômicas.

9. Considerações finais

A Educação Ambiental se apresenta como uma importante ferramenta para se atingir a sustentabilidade na cafeicultura agroecológica. É por meio da aprendizagem sobre as práticas da agricultura orgânica, criando um ambiente de aprendizagem para os agricultores desenvolverem uma nova forma de se relacionar com a natureza, estabelecer-se-á um ambiente produtivo e sustentável. Contudo, é necessário que se execute o planejamento de um modelo de EA que tenha como proposta o desenvolvimento sustentável. Há

que se entender e resolverem os requisitos conflitantes: a agricultura convencional afeta negativamente a sustentabilidade; e a cafeicultura agroecológica e suas práticas conservacionistas fomentam o bem-estar socioambiental e econômico.

Deste modo, é possível vislumbrar que a sustentabilidade ambiental de um sistema está associada ao uso racional dos recursos naturais renováveis. Quanto à sua aplicabilidade na produção de café, houve a necessidade de criar normas básicas para atingir o modelo denominado “Currículo de Sustentabilidade do Café” (CSC), para orientar produtores na aplicação de práticas sustentáveis.

Deve-se relacionar o desenvolvimento sustentável à conservação e, ou, preservação dos recursos naturais. Há de se ter a visão e a certeza que, para se atingir tal desenvolvimento, não deverá haver a separação das esferas ambiental, política e econômica: refere-se ao uso dos recursos endógenos, harmonizando as condições ecológicas, socioculturais e econômicas locais.

A Educação Ambiental fomenta e conscientiza os produtores sobre a importância da aplicação de normas para se entender, na prática, o que é sustentabilidade: ao se estudar as propostas do desenvolvimento sustentável, são recomendadas que se tivesse uma sólida fundamentação conceitual, consciente e que realmente promova a sustentabilidade.

A cafeicultura agroecológica se baseia em princípios preservacionistas da biodiversidade. Associada à educação ambiental crítica e transformadora, os fenômenos principais se cruzam, construindo novos caminhos de mesmo sentido, despertando o pensamento ecológico fundamentado na preservação ambiental e na busca por um meio ambiente ecologicamente equilibrado.

10. Referências

- [1] Harari Y.N. Sapiens – uma breve história da humanidade. Porto Alegre, RS: Editora L&PM; 2014. 464 p.
- [2] Souza M.N. Tópicos em recuperação de áreas degradadas. Vol. 1. Canoas: Mérida Publishers; 2021. 133 p. <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-991393-6-9>.
- [3] Souza M.N. Degradação Antrópica e Procedimentos de Recuperação Ambiental. Balti, Moldova, Europe: Novas Edições Acadêmicas; 2018, v.1000. 376 p.

- [4] Garcia E.G. Agrotóxicos e Prevenção – Manual de treinamento. São Paulo: Fundacentro; 1991.
- [5] Ruscheinsky A. Educação ambiental: abordagens múltiplas. Porto Alegre: Artmed; 2002.
- [6] Caporal F.R., Paulus G., Gastobeber J.A. Agroecologia: uma ciência do campo da complexidade. Brasília; 2009, 111 p. Disponível em: <https://tinyurl.com/y3zmomwn>. Acesso em: 18 mar. 2020.
- [7] Tote A.P., Andrade M.A. Educação Ambiental no Centro Estadual de Educação Continuada – CESEC – Betim, MG, 2009.
- [8] Maia J.S.S. Educação ambiental sócio-histórica como perspectiva para a reflexão-ação sobre o trabalho pedagógico nos primeiros anos da educação fundamental. In: Tozoni-Reis M.F.C., Maia J.S.S. (coord.). Educação Ambiental a várias mãos: educação escolar, currículo e políticas públicas. Araraquara: Junqueira e Marin, 2014. p. 26-40.
- [9] Carvalho I.C.M. A questão ambiental e a emergência de um campo de ação político-pedagógica. Sociedade e Meio Ambiente: a Educação Ambiental em debate. São Paulo: Cortez; 2000. 53-65 p.
- [10] Guimarães M. Educação ambiental - temas em meio ambiente. Duque de Caxias: Unigranrio; 2000. 16-17 p.
- [11] Carvalho I.C.M. A invenção ecológica: narrativas e trajetórias da educação ambiental no Brasil. 2. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2002. 232 p.
- [12] Maia J.S.S. Educação ambiental crítica e formação de professores. 1. ed. Curitiba: Appris; 2015. 241 p.
- [13] Souza I.I. de M., Araújo E. da S., Jaeggi M.E.P.C., Simão J.B.P., Rouws J.R.C., Souza M.N. Effect of afforestation of arabica coffee on the physical and sensorial quality of the bean. *Journal of Experimental Agriculture International* 2020; 42(7): 133-143. <https://doi.org/10.9734/jeai/2020/v42i730562>.
- [14] Aguiar-Menezes E.L., Souza S.A. da S., Santos C.M.A. dos, Resende A.L. dos S., Strikis P.C., Costa J.R., Ricci M. dos S.F. Susceptibilidade de seis cultivares de café arábica às moscas-das-frutas (Diptera: Tephritoidea) em sistema orgânico com e sem arborização em Valença, RJ. *Neotropical Entomology*, Londrina 2007; 36(2): 268-273. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/629422>>. Acesso em: 16 de mar. 2021.

- [15] Ricci M. dos S.F., Alves B.J.R., Miranda S.C. de, Oliveira F.F. de. Growth rate and nutritional status of an organic coffee cropping system. *Scientia Agricola* 2005; 62(2): 138-144. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162005000200008>.
- [16] 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.
- [17] Armando M.S. Agrofloresta para a agricultura familiar. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia; 2002. 11 p.
- [18] Gliessman S.R. Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. 4. ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/ UFRGS; 2009. 654 p.
- [19] Theodoro V.C.A. de. Certificação de café orgânico. Informe Agropecuário. Belo Horizonte 2002; 23(214/215): 136-148.
- [20] Caldas E.D., Souza L.C.K.R. Avaliação de risco crônico na ingestão de resíduos de pesticidas na dieta brasileira. *Revista de Saúde Pública* 2000; 34(5): 529-537. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102000000500014>.
- [21] Lima G.F. da C. Crise ambiental, educação e cidadania: os desafios da sustentabilidade emancipatória. In: Loureiro C.F.B., Layrargues P.P., Castro R.S. de (orgs.). Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania. 2ª ed. São Paulo: Cortez, 2002.
- [22] Theodoro V.C.A. de, Guimarães R.J. O que significa café orgânico? *Cafeicultura, Patrocínio* 2003; 7: 16-19.
- [23] Altieri M.A., Nicholls C.I. Agroecologia resgatando a agricultura orgânica a partir de um modelo industrial de produção e distribuição. *Ciência & Ambiente* 2003; 27: 141-152.
- [24] Martins C.R., Gomes V.B., Wolff L.F., Cardoso J.H. Leguminosas na fruticultura: uso e integração em propriedades familiares do sul do Brasil – Brasília, DF: Embrapa, 2019. 66 p.
- [25] Venzon M., Pallini A., Amaral D.S.S.L. Estratégias para o manejo ecológico de pragas. Informe Agropecuário, Belo Horizonte 2001; 22(212): 19-28.
- [26] Dias R. Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade. São Paulo: Atlas; 2009.

- [27] Sousa I.R.L de, Pauletto D., Lopes L.S. de S., Rode R. Decomposição de espécies utilizadas como adubação verde em sistema agroflorestal experimental, Santarém, Pará. *Agroecossistemas* 2018; 10(2): 50 – 63. <https://doi.org/10.18542/ragros.v10i2.5202>.
- [28] Medeiros M.C.S., Ribeiro M.C.M., Ferreira C.M.A. Meio ambiente e educação ambiental nas escolas públicas. *Âmbito Jurídico*, Rio Grande 2011; XIV(92).
- [29] Anjos K.M.G. dos. Investigação e avaliação da toxicidade aguda dos agrotóxicos mais utilizados no cinturão verde da Grande Natal (RN/ Brasil) para o peixe-zebra (*Danio rerio* Hamilton Buchanan, 1822, Teleostei, Cyprinidae). 2009. 63 f. Dissertação de Mestrado. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 2009.
- [30] Dantas G.C. da S. "Educação Ambiental"; Brasil Escola. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/educacao/educacao-ambiental.htm>>. Acesso em: 02 jun. 2020.
- [31] Barchi R. Educação ambiental e (eco) governamentalidade. *Ciência & Educação (Bauru)* 2016; 22(3): 635-650. <https://doi.org/10.1590/1516-731320160030006>.
- [32] Leff E. Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. Petrópolis, RJ: Vozes; 2001.
- [33] Esteves J., Silvestre L. Cafés sustentáveis: Espírito Santo promoveu Lançamento do Currículo de Sustentabilidade do Café em âmbito nacional. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/>>. Acesso em: 10 jul. 2020.
- [34] Cafepoint. Currículo de sustentabilidade do café. Disponível em: <<https://www.cafepoint.com.br/noticias/curriculo>>. Acesso em: 11 set. 2020.

Autores

Fabio Gomes Zampieri¹, Maurício Novaes Souza^{1,*}, Ronald Assis Fonseca¹, Stephan Lopes Carvalho¹, Maria Angélica Alves da Silva Souza¹, Maurício Lorenção Fornazier¹, Geisa Corrêa Louback¹, Flavia Ribeiro Oliveira Zampieri³

1. Instituto Federal do Espírito Santo – Campus de Alegre, Caixa Postal 47, CEP: 29.500-000, Alegre, ES.
2. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Alegre - FAFIA, Caixa Postal 81, CEP: 29500-000, Alegre, ES.

* Autor para correspondência: mauricios.novaes@ifes.edu.br

Soluções tecnológicas emergentes para uma agricultura sustentável: microrganismos eficientes

Denise Cargnelutti, Ezequiel Bampi, Gabriela de Melo Santiago, Vilson Conrado da Luz, Egabrieli Garbin, Alfredo Castamann, Altemir José Mossi

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-991393-9-0.c2>

Resumo

Diferentes correntes da agricultura de base ecológica, têm buscado formas alternativas para produzir alimentos com respeito ao ambiente e a sociedade, a exemplo dos sistemas Agroecológicos e orgânicos. A produção agroecológica experimenta um aumento, uma vez que os sistemas agrícolas convencionais apresentam maior dependência dos insumos de síntese industrial, que causam a intoxicação dos agricultores, a contaminação dos alimentos por agrotóxicos e muitos impactos ao ambiente. Os sistemas agroecológicos praticam a produção agrícola com mínimo impacto sobre o ecossistema natural, desenvolvem-se com o aproveitamento dos recursos naturais disponíveis localmente, bem como não fazem o uso dos fertilizantes minerais e agrotóxicos. As correntes da agricultura que focam na dinâmica dos agroecossistemas, consideram a sua complexidade, consideram o aspecto social, potencializam os sistemas produtivos baseados na biodiversidade como estratégia de mitigação de problemas corriqueiros como a ocorrência de pragas e doenças. Com isso, tem-se a produção de alimentos livres de xenobióticos, com economia de energia e de redução de custos de produção, por reduzir a entrada de insumos externos à propriedade e por promover a revitalização da agricultura e do ambiente nas áreas rurais. Porém, tais sistemas exigem um e eficiente manejo da cobertura vegetal e a ciclagem de nutrientes. Neste contexto, os Microrganismos Eficientes (EM) podem ser considerados uma ferramenta indispensável para potencializar a ciclagem de nutrientes dentro da propriedade bem como favorecer os processos naturais daquele ecossistema. De outra forma, a literatura consultada indica haver resultados controversos sobre a eficácia do emprego dos microrganismos eficientes, pois ora foram constatados efeitos benéficos, ora estes não evidenciam efeitos positivos. Este trabalho objetivou reunir informações a respeito dos estudos sobre a caracterização, ferramentas utilizadas na avaliação do potencial tecnológico, bem como a respeito das aplicações dos Microrganismos Eficientes na agricultura, com vistas ao desenvolvimento de uma agricultura sustentável.

Palavras-chave: agroecologia, crescimento de plantas, fisiologia, microrganismos eficientes, sustentabilidade.

1. Introdução

De acordo com a ecologia sistêmica, todos os membros de uma comunidade estão interconectados por uma imensa e complexa rede de relações ou “teia da vida” [1]. Nela, a interdependência é base de todas as relações ecológicas [2]. Conseqüentemente, a sobrevivência de um membro é influenciada por outros e a parceria é uma característica essencial das comunidades sustentáveis que são formadas em base cíclica, onde cada micro ou macro indivíduo, contribui para o funcionamento do todo [3, 4].

Os sistemas produtivos atuais exigem uma ênfase emergente em processos menos agressivos ao ambiente, agricultores e demais seres humanos [5]. As correntes da agricultura de base ecológica, têm buscado formas alternativas de produzir alimentos respeitando ao ambiente e a sociedade, a exemplo dos sistemas Agroecológicos e Orgânicos [6]. São sistemas onde se pratica a produção agrícola respeitando ao ecossistema natural evitando o uso de fertilizantes de síntese química e outros produtos sintéticos. Como resultado os produtos alimentares obtidos são livres de substâncias tóxicas, tem menos consumo energético, e menor custo de produção por reduzir a entrada de insumos externos à propriedade, fazer o melhor uso dos recursos e revitalizar a agricultura nas áreas rurais. Tais correntes que focam na dinâmica dos agroecossistemas, consideram a sua complexidade, buscam trabalhar o aspecto social, potencializam os sistemas produtivos baseados na alta biodiversidade como estratégia de mitigação dos problemas corriqueiros como pragas e doenças [7].

A biodiversidade compreende o macro e o microbiológico em uma diversidade de agentes biológicos que influenciam e contribuem para o equilíbrio dos agroecossistemas os quais englobam aspectos conservacionistas, políticos e econômicos [8]. Porém, tais sistemas exigem um eficiente manejo da cobertura vegetal e ciclagem de nutrientes [6]. Nesse contexto, os Microrganismos Eficientes presentes no solo naturalmente são agentes que beneficiam as plantas e o solo melhorando sua qualidade estrutural e a saúde das plantas, podem ser uma ferramenta indispensável para potencializar a ciclagem de nutrientes dentro da propriedade bem como favorecer os processos naturais daquele ecossistema. Porém, de acordo com dados da literatura [9-12], parece que estes microrganismos, ora apresentam

efeitos benéficos ora não apresentam efeitos aparentes. Desta forma, este trabalho objetivou reunir informações a respeito da caracterização, ferramentas utilizadas para a avaliação do potencial tecnológico, bem como as aplicações do Microrganismos Eficientes na agricultura, com ênfase em uma agricultura sustentável, uma vez que estes têm sido utilizados para diversos manejos da agricultura como compostagem, melhoria nutricional de plantas, aumento de rendimento, entre outras utilidades [9,10].

2. Microrganismos Eficientes (ME): aspectos gerais

Os microrganismos estão presentes no dia-a-dia nas mais diversas formas e são muito explorados pela indústria alimentícia, farmacêutica, biotecnológica, dentre outras, devido a gama de espécies e tipos existentes de microrganismos capazes de realizar inúmeras funções. Com base na importância dos microrganismos para o solo e sua participação no ecossistema como um todo, Teruo Higa desenvolveu, em 1991, no Japão, um inoculante de microrganismos benéficos, cuja utilização trouxe retornos positivos [9]. Os microrganismos benéficos compreendem uma infinidade de cepas de microrganismos que apresentam fins de uso antrópico ou melhoram parâmetros de solo e de água e conseguem alterar o meio onde são inoculados e as interações com o ambiente, já outros organismos não alteram de modo importante os parâmetros agronômicos [13-15].

Tudo começou no Japão com Mokiti Okada em 1935 [10] com a proposta de agricultura natural messiânica que difundiu pelo mundo através da Fundação Mokiti Okada. Porém, somente na década de 70, o Dr. Teruo Higa começou os estudos de caráter científico com objetivo de melhorar a utilização da matéria orgânica nas unidades produtivas. Em 1982 realizou-se experimentação a campo testando diferentes grupos de ME com fertilizante químico e um controle só com fertilizante obtendo maior controle de *fusarium* em comparação ao controle, e encontraram respostas significativas em relação a ciclagem da matéria orgânica como aumento do teor de fósforo (P_2O) com relação ao controle sem fertilizante sendo por tanto, tão eficiente quanto o fertilizante químico [16, 17].

No solo existem diversos tipos de microrganismos que são considerados eficientes ou também denominados de benéficos por que possuem como

função a degradação da matéria orgânica a qual é sua fonte de alimento, e com isso auxiliam na ciclagem dos nutrientes, melhoram a qualidade estrutural dos solos e aumentam a saúde das plantas, além de evitarem contaminações e reduzir odores [18, 19, 20]. Ocorrem de forma natural no ambiente, cada um com suas respectivas funções: actinomicetos, bactérias ácido lácticas, bactérias fototróficas, leveduras além de fungos como *Aspergillus* e *Penicillium* [21]. Ao fazer a inoculação em matéria orgânica ou em composto fermentado, verifica-se um aumento na taxa de mineralização e na disponibilidade de nutrientes para as plantas [10]. Os FMA não estão sendo considerados pois os ME tratam-se de um mix de microrganismos podendo conter ou não fungos micorrízicos.

A mistura desses microrganismos baseia-se nos princípios do ecossistema natural em que quanto maior a quantidade populacional e maior a diversidade de espécies mais equilibrado e sustentável é o sistema [9]. Portanto, o conceito do EM é definido como “cultura mista de microrganismos benéficos” que apresenta sinergia entre os indivíduos. Assim, cada organismo individual não apresenta efeito quando comparado com a totalidade. Eles ocorrem naturalmente em ambientes preservados e podem ser inoculados em solos e em plantas com o objetivo de aumentar a diversidade funcional e restabelecer o equilíbrio dos agroecossistemas [18, 16].

A fundação Mokiti Okada produzia e comercializava as espécies de ME em diferentes formulações. A formulação “tradicional” ME-4 composta pela associação de microrganismos, leveduras, actinomicetos e bactérias lácticas e fabricado pela fundação Mokiti Okada [19, 20, 22,23]. Já a formulação ME-1 é fabricada conforme as especificações de cada país, já é produzida em mais de 59 países, é composta principalmente por bactérias ácido lácticas. Na referência [24] também existem outras formulações destinadas à saúde humana, como a regulação do trato digestivo com o ME · X GOLD e o Pro ME · 1. Em estudo sobre os efeitos e composição do EM -1 [25] foram encontradas as espécies Acidobacteria, Actinobacteria, Bacteroidetes, Cyanobacteria, Firmicutes que aumentaram a taxa de germinação e a velocidade de germinação de sementes de capim-marandu. Ao estudarem uma solução mista de bactérias fotossintéticas, fungos e leveduras [16] denominaram estas como

ME-2, e ME-3 uma cultura mista de bactérias fotossintéticas. Outros autores [26] ainda classificaram ME-A (produzido a partir da mistura de 5% do ME-1 com melão de cana a uma temperatura de 30°C em recipiente lacrado durante uma a duas semanas), ME-Compost (quando misturado aos resíduos orgânicos na compostagem), ME-Bokashi (mistura do ME-A com material orgânico fresco deixado para fermentar em recipiente selado) e ME-5 (mistura do ME-1 com vinagre, álcool 30% ou mais e melão de cana).

Na literatura [11-14] há muitos trabalhos que comprovaram uma variedade de benefícios e utilidades dos ME-1, ME-2, ME-X, etc. Eles demonstraram-se eficazes no combate a doenças do trigo (*Triticum aestivum* L.) e por atuarem na recuperação da biota do solo, restabelecendo um equilíbrio entre microrganismos patogênicos e oportunistas [27-29]. Conforme os autores consultados [30] o aumento da disponibilidade de minerais pela maior taxa de mineralização, ocasionada pela decomposição associada aos ME, e o repovoamento do solo por estes microrganismos suprimem a atividade de grupos de microrganismos oportunistas causadores de doenças, propiciam a homeostase e a melhoria dos atributos físicos e químicos do solo. Além disso, os ME podem atuar como promotores do crescimento de plantas estimulando a atividade fotossintética [18], o crescimento foliar, a altura das plantas e o rendimento das culturas [31-33, 11, 12]. Associado a outros microrganismos (*Bacillus* sp. cepa C – 82/3), tal como observado no estudo realizado por [34], os ME podem atuar tanto no incremento da produtividade da beterraba quanto na redução da incidência da podridão radicular. Em plantas submetidas a estresses, os ME também mostraram resultados promissores: em solos salinos, a aplicação destes microrganismos foi associada com a amenização do estresse causado pelo excesso de sais ao favorecer uma biossíntese de clorofila (índice SPAD mais alto) e melhorando os principais índices de qualidade das folhas (menor teor de nitrato e maior teor de fenóis totais). [35]. Em solos arenosos, com fertilidade baixa, a aplicação dos ME potencializou a disponibilização dos nutrientes minerais para plantas de feijoeiro [36].

Além disso, estudos demonstraram a melhoria do desempenho do processo de compostagem com redução de odores e tempo de compostagem doméstica [37,19]. A combinação de EM com biochar associado a

compostagem rápida de Berkeley acelerou ainda mais o processo de mineralização do composto, impactando nas propriedades físicas e químicas respectivamente [38].

Entretanto, há diversos relatos evidenciando a ineficácia dos ME. No estudo de [39], os autores mostraram ausência de efeito tanto no incremento da diversidade microbiana quanto na mineralização de nitrogênio, fósforo e enxofre orgânicos quando os produtos comerciais à base de microrganismos eficientes foram aplicados juntamente com esterco em sistema experimental conduzido em vasos e seis tipos de capim crescendo no substrato. Além disso, os mesmos autores não identificaram alterações significativas na produção de biomassa dos capins cultivados na presença da matéria orgânica incubada com ME. Igualmente, [40] em um estudo acerca do manejo no sistema orgânico acompanhado por 4 anos, em solo tratado com diferentes misturas comerciais de ME, não ocorreu incremento de produção das culturas bem como da biomassa microbiana. [41] Em um experimento à campo, foi avaliado o efeito do emprego de esterco aviário e de ME no rendimento de milho doce e nas propriedades químicas e microbianas de solos ácidos em áreas úmidas. Os mesmos autores observaram que em relação aos parâmetros avaliados, a aplicação dos ME em nenhum dos tratamentos apresentou efeito benéfico.

Dos trabalhos revisados por [42] em relação ao efeito do uso dos ME na produtividade vegetal de hortaliças pôde-se constatar que 70% dos trabalhos indicaram correlação positiva da aplicação dos ME com o incremento da eficiência fotossintética, 84% dos estudos indicaram efeito positivo na produtividade das culturas, 4% dos estudos foram negativos e 12% não obtiveram influência significativa. Os mesmos autores apontaram que os efeitos dos ME sobre o rendimento das culturas estão relacionados a redução de pragas, doenças e seu efeito protetor as plantas.

Além do uso na produção de alimentos livres de poluentes, os ME, têm sido utilizados na floricultura e paisagismo. Na produção de rosas e gérberas, o uso dos ME proporcionou um aumento na disponibilidade dos nutrientes no substrato turfa, tanto via aplicação foliar quanto aplicado diretamente no substrato [43]. Os mesmos autores observaram uma tendência de redução de pH induzido pelos ME, incremento no número de brotos e diâmetro das flores de roseiras e no número de inflorescência nas gérberas, quando os ME foram

aplicados diretamente no substrato. Na pulverização da parte aérea obteve-se efeito no diâmetro de flores (rosa), no número de inflorescência e folhas formadas em gérbera.

Os microrganismos eficientes têm pouco uso na biorremediação de metais, e em apenas um estudo mostrou eficácia com alginato simples na remoção de metais [44]. O uso de ME tem impacto mínimo sobre o conteúdo de sólidos em estação de tratamento de água residual. Por outro lado, [45] observaram efeito positivo em relação a tanques sépticos. Já no tratamento integrado de águas residuais domésticas, os ME têm potencial de melhorar a eficiência e eficácia geral do lodo ativado, reduzir odores dos banheiros e o tratamento também possibilitou a redução de microrganismos patogênicos, especificamente coliformes fecais [46]. Em estudo com o uso de EM em rios de poluição classe IV houve eficiência nos atributos de: redução da temperatura, demanda bioquímica de O_2 , demanda química de O_2 e nitrogênio amoniacal, portanto diluição de poluição do afluente, não houve interferência para pH, O_2 dissolvido e sólidos suspensos [47]. O tratamento de com ME em palha de cevada não se mostrou eficiente para redução de nutrientes livres bem como a abundância de fitoplâncton em lago rasos, mas apresentou resultados na decomposição da matéria orgânica e redução no nitrogênio solúvel [48]. Mas, o uso de ME associado a bokashi ou fertilizante potássico aplicado em superfície aumenta a produtividade de cevada e alface, a o uso dos três fatores em conjunto é capaz de reduzir a transferência para as culturas estudadas de 50 a 63% de Cesium 137 em solo radioativo sendo mais eficiente para cevada [49].

Do exposto, depreende-se que para uma agricultura mais sustentável, como será explanado no tópico seguinte, os microrganismos apresentam-se como uma alternativa biológica, eficiente, prática, de baixo custo e de baixo impacto ambiental [50], que poderá ser utilizada para amenizar os problemas relacionados com a baixa produtividade agrícola em decorrência de diferentes estresses ambientais, experimentados pelas culturas.

3. Agricultura Sustentável

O termo *sustentabilidade* tem sido utilizado muitas vezes apenas como um sinônimo de estabilidade, como por exemplo, sustentável economicamente, no sentido de que os gastos não devem ser maiores que os lucros. Este termo

começou a ser utilizado estrategicamente nas décadas de 80-90, quando a madeira era uma matéria-prima muito requisitada, com o intuito de manter o lucro ao “cortar somente a quantidade que a floresta fosse capaz de suportar e que permitisse a continuidade de seu crescimento” [51]. Desde então, aumentou a atenção ao tema da sustentabilidade por meio de diversas ações como o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, Pnuma, pouco eficazes, mas que deram maior relevância ao assunto [52]. Além disso, algumas empresas também passaram a se preocupar com a sustentabilidade, especialmente a partir de 2010, frente à nova era digital, quando o acesso e a troca de informações foram facilitadas, tornaram-se rápidas e eficazes, e os consumidores passaram a ter preferência por rótulos com selos tais como: “100% orgânico”, “Eco friendly”, “Natural”, “Vegan”, “Reciclável” etc. [53].

Os sistemas agrícolas convencionais baseados no uso intensivo de insumos externos à propriedade, tais como agrotóxicos e adubos de síntese química têm se mostrado cada vez mais insustentáveis, devido à ineficiência no controle de novas doenças, promoção de resistências em pragas e poluição dos recursos naturais como o solo e água, além de contaminar os alimentos especialmente hortaliças que são consumidas muitas vezes em natura e os próprios agricultores [54]. A agricultura no Brasil proporcionou um crescimento econômico de notória relevância ao longo de sua história e possibilitou ao país destacar-se como um dos maiores produtores de alimentos do mundo. No entanto, verifica-se que muitos impactos socioambientais foram desencadeados durante esse processo e entre os principais impactos estão o alto índice de desmatamento da Mata Atlântica, do Cerrado e da Floresta Amazônica, em prol do estabelecimento de commodities agrícolas. Neste contexto, também ocorreu a perda da biodiversidade faunística e florística, a contaminação e degradação dos recursos hídricos pelo constante uso dos agroquímicos e destruição das matas, intoxicações e mortes de trabalhadores ocasionadas pelos agrotóxicos [55-58]. Outro fenômeno que pode ser associado ao modelo convencional foi o aumento do êxodo rural e a formação de complexos de favelas nos centros urbanos [59, 60].

Uma transição bem-sucedida dos sistemas agrícolas baseados em produtos de síntese química para uma agricultura mais sustentável dependerá em grande parte do que os agricultores poderão fazer para melhorar e manter

a qualidade de seus solos agrícolas. De fato, a qualidade do solo é a chave para uma agricultura sustentável. Não é de surpreender que as práticas agrícolas alternativas preconizadas pelo Conselho Nacional de Pesquisa sejam principalmente as que podem melhorar e manter a qualidade do solo. A experiência [61, 62] mostrou que a transição da agricultura convencional para a agricultura da natureza ou para a agricultura orgânica pode envolver certos riscos, tais como os mais baixos rendimentos obtidos e aumento dos problemas de pragas nas fases iniciais. Depois do período de transição, que pode levar vários anos, a maioria dos agricultores considera seus novos sistemas agrícolas estáveis, produtivos, gerenciáveis e lucrativos, sem o emprego dos pesticidas [63-66].

Dentre as práticas agronômicas sustentáveis, as mais comuns são a rotação de culturas, os sistemas agroflorestais, a paisagem heterogênea, o consórcio de culturas e a associação de plantas, práticas essas que favorecem a relação de ME no solo ao aumentar a quantidade de matéria orgânica assim mantendo a “saúde do solo”, essencial para uma produção de qualidade. O uso de sistemas de cultivos com espécies diversificadas se mostra cada vez mais útil em diversas regiões, sendo uma prática considerada sustentável, pois em ambientes heterogêneos onde a complexidade genética é maior, a distribuição de pragas e doenças muda, permitindo às culturas um maior rendimento, e isso também pode ser associado à melhorias da qualidade do solo [67-70]. Entretanto, quando se trata de sustentabilidade ecológica é preciso lembrar alguns aspectos importantes tais como, qualidade da água, saúde alimentar, emissão de gases do efeito estufa e qualidade do solo. Estudos através de meta-análises permitem observar os benefícios da sustentabilidade através da diversificação de culturas [71].

Esses aspectos são grande parte dos objetivos da agroecologia, bem como um dos seus maiores desafios. Para que se tenha uma agricultura capaz de manter a qualidade da água e do solo e um alimento saudável livre de contaminantes é necessário o não emprego de produtos de síntese química que são tóxicos ao meio ambiente, ao ciclo natural ecológico, aos humanos e aos animais. Dessa forma pode-se alcançar a sustentabilidade econômica do agricultor, uma vez que este não precisará mais investir nesses produtos [72]. Por outro lado, é preciso manter a sustentabilidade da produção, nem sempre

obtida nas fases iniciais em sistemas de transição agroecológica, porém não impossível. Para isso, faz-se necessário renunciar a padrões e arriscar-se em novos manejos, isso porque em a diversificação de culturas o sistema torna-se mais complexo e dinâmico. Cada lavoura é única e possui suas especificidades, e requer sempre uma visão holística para as adversidades que surgem ao longo do processo de produção [73].

Está claro para os cientistas que os seres humanos têm causado prejuízos à natureza e aos seus recursos, dos quais dependemos, e que embora sua capacidade de resiliência seja absurda, a degradação contínua e em curto espaço de tempo, acaba sendo insuficiente para que esta se regenere. Na Amazônia Legal desmatamento de 9.762 km² em um ano, representou um grande aumento desde 2008 [74]. Isso nos leva a buscar caminhos para viver efetivamente de modo sustentável, sendo a agroecologia um desses caminhos, uma vez que reúne diferentes áreas do conhecimento em prol um objetivo em comum. Dentro das ciências agrárias há uma gama de metodologias desenvolvidas e em processo de desenvolvimento para auxiliar os produtores no manejo de suas culturas até mesmo os que se encontram em processo de transição agroecológica. Entre os diferentes manejos sustentáveis podemos citar: os sistemas agroflorestais (SAF's), sistemas integrados de lavoura-pecuária, permacultura, uso de calda bordalesa, preparados homeopáticos, microrganismos eficientes (EM's), controle biológico, compostagem etc. [75].

Os microrganismos eficientes aparecem como ferramenta chave no processo de construção de uma agricultura sustentável já que parecem ser capazes de promover melhorias na estrutura e qualidade do solo, diminuir a incidência de pragas e melhorar o crescimento e rendimento das culturas, além de possuírem diversas outras funções [11]. Sua caracterização será abordada no tópico seguinte.

4. Caracterização dos ME

Vários tipos de microrganismos podem ser encontrados e utilizados em solução de ME. Diversos autores citam bactérias fotossintetizantes, bactérias ácido-láticas, leveduras, actinomicetos conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Microrganismos eficientes mais citados pela literatura.

Espécie ou gênero	Título do trabalho	Autores
<i>Azotobacter spp.</i>		
<i>Rhizobium spp.</i>	Beneficial and effective	
<i>Penicillium spp</i>	microorganisms for a	(HIGA; PARR,
<i>Aspergillus spp.</i>	sustainable agriculture and	1994)
<i>Trichoderma spp.</i>	environment	
<i>Streptomyces spp.</i>		
<i>Rhodobacter sphaeroides</i>		
<i>Rhodopseudomonas plastris</i>	Field evaluation of effective	
<i>Lactobacillus plantarum</i>	microorganisms (EM)	(JAVAID; BAJWA,
<i>Lactobacillus casei</i>	application for growth,	2011)
<i>Streptococcus lactis</i>	nodulation, and nutrition of	
<i>Saccharomyces spp.</i>	mung bean	
<i>Strptomyces spp.</i>		
<i>Lactobacillus plantarum</i>		
<i>Lactobacillus casei</i>	The influence of plant	
<i>Streptomyces spp.</i>	protection by effective	(KUSZNIEREWIC
<i>Saccharomyces spp.</i>	microorganisms on the	Z et al., 2017)
<i>Rhodopseudomonas plastris</i>	content of bioactive	
<i>Streptococcus lactis</i>	phytochemicals in apples	
<i>Streptococcus lactis</i>		
<i>Streptomyces griseus</i>		
<i>Streptomyces albus</i>	Influence of “Effective	
<i>Propionibacterium</i>	Microorganisms” (EM) on	(DALY;
<i>freudenreichii</i>	Vegetable Production and	STEWART, 1999)
<i>Aspergillus oryzae</i>	Carbon Mineralization—A	
<i>Mucor hiemalis</i>	Preliminary Investigation	
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>		
<i>Candida utilis</i>		
<i>Streptococcus lactis</i>	Long-term effective	(HU; QI, 2013)

<i>Streptomyces griseus</i>	microorganisms application	
<i>Streptomyces albus</i>	promote growth and	
<i>Propionibacterium freudenreichii</i>	increase	
<i>Aspergillus oryzae</i>	yields and nutrition of	
<i>Mucor hiemalis</i>	wheat in China	
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>		
<i>Candida utilis</i>		
<i>Rhodobacter sphaeroides</i>		
<i>Lactobacillus plantarum</i>		
<i>L. casei</i>	Effective microorganisms:	
<i>Streptococcus lactis</i>	An innovative tool for	
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	inducing common bean	
<i>Candida utilis</i>	(<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	(TALAAT, 2019)
<i>Streptomyces albus</i>	salt-tolerance by regulating	
<i>S. griseus</i>	photosynthetic rate and	
<i>Aspergillus oryzae</i>	endogenous	
<i>Penicillium sp.</i>	phytohormones production	
<i>Mucor hiemalis</i>		

5. Microrganismos efetivos mais citados pela literatura.

Bactérias fotossintéticas podem produzir substâncias como aminoácidos, ácidos nucleicos, açúcares e polissacarídeos que podem ser úteis para acelerar o desenvolvimento de plantas [11]. Em situações de limitação de nitrogênio, bactérias como *Rhizobium*, *Bradyrhizobium* e *Azorhizobium*, desenvolvem em hospedeiros fabáceas a formação de nódulos em raízes ou no tronco, onde tais são capazes de converter o nitrogênio atmosférico em amônia, que então é utilizada pela planta como fonte de nitrogênio [76]. Tais bactérias fixadoras de nitrogênio, principalmente as do gênero *Azobacter*, são capazes de melhorar o desempenho do crescimento de plantas por inúmeros mecanismos diretos e indiretos [31]. Souza *et al.*[77] mostraram que bactérias fixadoras de nitrogênio nas folhas, podem aumentar o rendimento de produção das culturas. Outras bactérias, como as ácido-láticas podem apresentar

atividade antimicrobiana, através da produção de metabólitos ativos, como ácidos orgânicos, bacteriocinas e diversos outros compostos bioativos e inibitórios [78]. Reis *et al.* [79], reportaram que *Lacobacillus plantarum* foi eficiente na prevenção contra três diferentes patógenos, *Pseudomonas syringae*, *Xanthomonas arboricola* e *Xanthomonas fragariae* em plantas de morango kiwi e prumos.

As leveduras promovem diversos efeitos naturais em plantas, como o aumento do crescimento, atribuído principalmente a produção de fitormônios como citocinina, que estimulam a divisão celular, a produção de proteínas, ácido nucléico e clorofila, além de produzirem vitaminas, enzimas, aminoácidos e ácidos naturais [80-82]. Na referência [83] a utilização de microrganismos eficientes, principalmente bactérias fotossintetizantes como *Rhodobacter sphaeroides*, bactérias ácido-láticas como *Lactobacillus plantarum* e leveduras, como a *Saccharomices cerevisiae* melhoraram o crescimento de plantas de pepino em campos de cultivo. Também foi constatado que a inoculação de *R. sphaeroides* regula os metabólitos funcionais da planta, assim promoveram o seu crescimento. Gao *et al.* mostraram que leveduras da espécie *Saccharomices cerevisiae* foram capazes de amenizar o efeito do estresse hídrico em plantas de arroz melhorar alguns atributos fotossintéticos e o rendimento das plantas.

Ainda, fungos do gênero *Penicillium*, *Trichoderma* e *Aspergillus*, além de actinomicetos do gernerio *Streptomyces* spp., produzem grandes quantidades de antibióticos, protegendo a planta de diferentes patógenos [9]. Antagonistas do gênero *Trichoderma* são fungos capazes de conter populações de patógenos em diferentes condições do solo. São amplamente comercializados e utilizados como biofertilizantes, biopesticidas e corretores de solo. Similarmente a *Streptomyces* spp., os fungos do gênero *Trichoderma* produzem inúmeros compostos biologicamente ativos, como enzimas que degradam a parede celular e metabolitos secundários [85].

Zhang *et al.* [29] o estudo mostrou que além de ser eficaz contra patógenos o fungo *Trichoderma longibrachiatum* T6 atenuou significativamente os efeitos de estresse ao sal em mudas de trigo, atribuindo a este resultado a melhora do sistema antioxidante e a expressão do gene na planta. *Streptomyces* spp. são bactérias filamentosas pertencentes a família

Actinomicetáceas. Tais bactérias produzem metabólitos de grande potencial para o controle de diversos fitopatógenos fúngicos e bacterianos, são colonizadores eficientes das plantas, das raízes até a parte aérea e produtores de antibióticos e compostos orgânicos voláteis [86]. Além disto, na mesma referência, *Streptomyces spp.* demonstrou uma grande capacidade de promover o crescimento em várias culturas, inspirando assim a sua utilização em biofertilizantes.

6. Ferramentas utilizadas para avaliação do potencial tecnológico dos ME na promoção do crescimento de plantas

A maioria das análises fisiológicas e bioquímicas utilizadas para estudar o potencial dos ME na promoção do crescimento e saúde de plantas foram feitas com o uso de uma grande variedade de metodologias, as quais têm sido aplicadas para avaliar os benefícios dos ME na agricultura (Figura 1). Apenas algumas delas são “não destrutivas”, porém todas são pertinentes e estão relacionadas com os processos metabólicos de desenvolvimento das plantas.

Os estudos envolvendo o uso dos ME na promoção do crescimento de plantas têm mostrado que os parâmetros de crescimento e de produtividade são as análises mais utilizadas para estes fins [87, 88, 36]. Outros trabalhos [25] avaliaram através de testes de germinação a eficiência dos ME em potencializar a taxa e velocidade germinação de sementes.

Alguns estudos também avaliaram parâmetros destrutivos ou não destrutivos, muito embora estes tenham sido utilizados para avaliar o potencial dos ME em mitigar os efeitos nocivos causados pela exposição das plantas aos diferentes tipos de estresses ambientais, sendo o mais estudado o estresse salino [89, 90, 35, 36, 19]. O principal enfoque destes estudos além dos parâmetros morfológicos de crescimento foi a análise de parâmetros bioquímicos, uma aproximação reducionista e destrutiva, como demonstrado através da Figura 1. Apesar da dificuldade de reprodução, tais análises são adequadas para entender os mecanismos pelo qual os ME atuam no metabolismo vegetal, protegendo e conferindo resistência às plantas contra os efeitos danosos da salinidade [91, 50]. Tais análises avaliaram a atividade de enzimas antioxidantes [91, 50), parâmetros oxidativos (peroxidação lipídica, conteúdo de peróxido de hidrogênio), osmólitos (açúcares solúveis, prolina,

aminoácidos livres), conteúdo de poliamina, estado nutricional das plantas, bem como enzimas envolvidas com o metabolismo fotossintético (RUBISCO, RuBP) [92, 18] ou o metabolismo do nitrogênio (nitrato redutase) [91]. No entanto, essas análises têm a desvantagem de serem destrutivas e demoradas, o que dificulta a sua reprodução.

Um dos poucos parâmetros não destrutivos que vem sendo utilizados amplamente nas pesquisas com plantas são os parâmetros de trocas gasosas e a fluorescência da clorofila. Desenvolvido por Strasser e Strasser (1995), o teste JIP pode analisar os dados da intensidade de fluorescência transiente (OJIP), o que possibilita quantificar a eficiência de absorção e aproveitamento da energia luminosa pela cadeia transportadora de elétrons da fotossíntese [93]. Embora este parâmetro seja capaz de detectar com segurança e confiabilidade efeitos de injúrias provocados por estresses bióticos ou abióticos no aparato fotossintético, ele tem sido pouco utilizado para avaliar os mecanismos envolvidos na promoção do crescimento das plantas pela influência dos ME. Para analisar as trocas gasosas e a fluorescência da clorofila, muitos trabalhos têm utilizado equipamentos como o analisador de gás infravermelho (IRGA) [94, 95] (Figura 1).

Aqueles que utilizaram estes parâmetros não destrutivos [36], observaram ao analisar a razão da fluorescência variável para a fluorescência máxima (F_v/F_m), uma manutenção da eficiência fotoquímica provocada pelo tratamento com ME, que manteve os níveis ideais de Fluorescência (0,83) e isso se refletiu no aumento de todas as propriedades de produção de sementes. A F_v/F_m é um parâmetro que demonstra o rendimento fotoquímico máximo do centro do fotossistema II (PSII), que está diretamente relacionado ao rendimento quântico da fotossíntese líquida das folhas das plantas (Figura 1). Neste sentido, em condições de estresse, especialmente estresse salino ou estresse hídrico as plantas tendem a aumentar a quantidade de CO_2 interno e diminuir a fluorescência da clorofila bem como a taxa de transporte de elétrons e o rendimento quântico efetivo da fotossíntese líquida conseqüentemente levando a uma baixa produção de grãos, por outro lado os estudos demonstram que o tratamento com ME promovem a manutenção dessas vias metabólicas permitindo a mitigação de estresses e promovendo o bom desenvolvimento das plantas [96, 97, 18].

Além destas ferramentas, é importante citar que além dos ME, há relatos dos usos dos seus metabólitos com aplicações no crescimento de plantas. Nesta linha, parece que além de induzir resistência e garantir a saúde das plantas, os metabólitos são promissores pois também protegem as plantas e sementes contra patógenos, reduzindo desta forma os produtos químicos no tratamento de sementes [98].

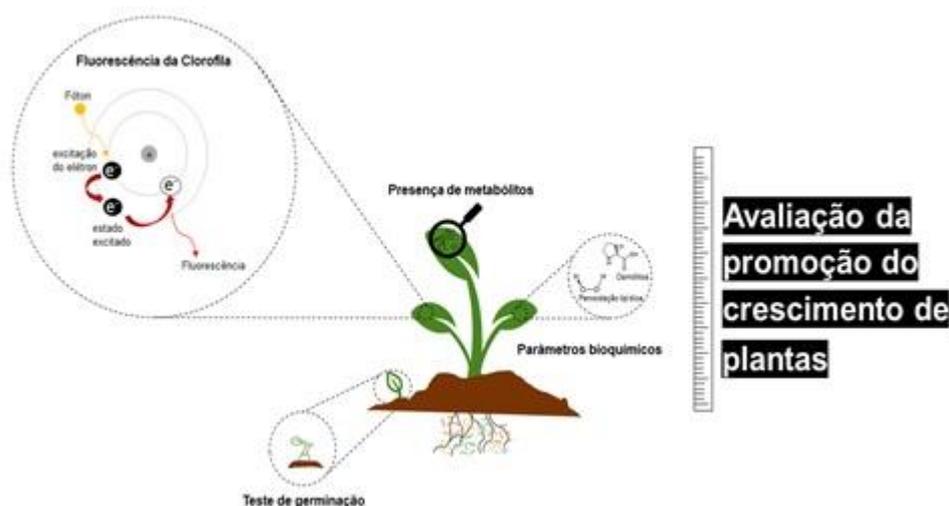


Figura 1. Síntese dos métodos utilizados para avaliação do potencial dos ME na promoção do crescimento de plantas.

7. Aplicações dos ME

Os estudos acerca dos microrganismos eficientes ainda são muito recentes. Teruo Higa foi o primeiro a detalhar a importância desses seres vivos para o solo e conseqüentemente para a produção agrícola e população humana como um todo. Apresentou as possíveis utilizações no manejo ecológico dos sistemas, uma vez que os EM são capazes de promover estabilidade nas características físico-químicas do solo (diminuindo efeitos de compactação e erosão, por exemplo), acelerar a decomposição de matéria orgânica, melhorar o metabolismo das plantas, pode resultar em aumento do rendimento e qualidade nutricional dos grãos, podem ajudar na descontaminação das águas ao decompor compostos poluentes e nos animais podem ajudar na diminuição de estresse, redução de odores, além da

diminuição de patógenos tanto em plantas quanto em animais [99, 87, 20]. Porém, os efeitos podem variar conforme as condições agroclimáticas de cada região. Os ME podem ser usados como componentes importantes de adubos orgânicos, como inoculantes de leguminosas para fixação biológica de nitrogênio, como um meio de suprimir insetos e doenças de plantas para melhorar a qualidade e o rendimento das culturas e reduzir o trabalho, para aprimorar os efeitos sinérgicos do solo, entre outras utilizações [9, 20, 21].

Estudos recentes [10, 91, 100, 101] demonstraram que a aplicação de ME é capaz de induzir de resistência de plantas a estresses abióticos ao melhorar a resposta de defesa das plantas, aumentar o teor de proteína em detrimento de lipídeos do grão, em solos pobres, favorecer a acumulação de íons metálicos relevantes para a nutrição humana (Ferro, Cálcio, Sódio, Cobre e Fósforo) através da manutenção da eficiência do PSII e absorção de P da planta. Na pecuária melhoram a digestibilidade, diminui a acidose ruminal, melhora a taxa de conversão alimentar, promove estímulo imunológico, qualidade do ovo e leite, controle de síndromes metabólicas, auxiliam na prevenção de diarreia, alívio do estresse, microbiota intestinal alterada e imunomodulação, além de melhorar a qualidade da carne pela diminuição de doenças como *Campylobacter*, *Salmonella* e *Listeria monocytogenes* [36, 102, 103].

Por outro lado, Mayer *et al.* [40] obtiveram poucos resultados ao observar a influência da inoculação de ME em solos agrícolas ao longo de 4 anos. Embora tenha surtido efeito em observações *in vitro* no controle de *Phytophthora infestanse*, a aplicação foliar aumentou o rendimento em relação ao tratamento controle. Os tratamentos com ME não surtiram efeito sobre a qualidade do solo, a população microbiana ou o rendimento da planta, embora tenha surtido pequeno efeito quando aplicado com adubo orgânico (Bokashi), e aumentou a população de bactérias solubilizantes de fósforo e bactérias fixadoras de nitrogênio. Ao passo que, Oliveira *et al.* [19] constatou que a aplicação de ME em compostagem doméstica foi capaz de produzir um composto final de qualidade, livre de patógenos, com o nível de nutrientes recomendado, tanto quanto o tratamento controle. Além disso, melhorou o controle de odor e alguns parâmetros específicos: redução de gordura, processo de humidificação e conteúdo de nitrogênio.

Os microrganismos presentes no solo são responsáveis pela degradação da matéria orgânica e outros compostos, mineralizando os nutrientes, isto é, transformas os compostos orgânicos em compostos inorgânicos disponíveis para as plantas [104]. A partir dessa relação, a aplicação de preparados de ME na agricultura e outras práticas pode ser útil para diversas finalidades: produção agrícola; restauração do solo devido aos problemas causados por fertilizantes e pesticidas químicos; fabricação de fertilizantes, forragens e bioaditivos fermentados em forrageiras; processamento e armazenamento da produção agrícola; processamento de resíduos orgânicos, tratamento de esgoto; proteção da saúde animal (bovinos e aves); fabricação de cosméticos médicos [105].

De modo geral, a maior parte dos estudos indica que o uso de microrganismos eficientes é capaz de promover melhoria no rendimento e absorção de nutrientes, resistência ou tolerância à estresses abióticos como condições de salinidade, déficit hídrico ou solos pobres, arenosos, e à estresses bióticos, diminuindo a incidência de doenças, aumentando concentração de NPK nas plantas e aumentando o seu crescimento: altura da parte aérea, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar, pesos frescos e secos das folhas e pesos frescos e secos das raízes. Além disso, quando avaliado a relação custo-benefício o uso de ME causou aumento do lucro líquido obtido [19, 50, 87, 106-108].

Conforme Souza *et al.* [77] as bactérias inoculadas em culturas agrícolas são eficientes devido a vários fatores, entre os quais a capacidade dessas bactérias de colonizar as raízes das plantas, a exsudação pelas raízes das plantas e a saúde do solo, promovem o crescimento das plantas e ajudam na saúde do solo, assim fornecem nutrientes e impedem a proliferação de fitopatógenos. Glick [109] também comprovou que algumas bactérias são capazes de inibir patógenos de planta como *Pythium ultimum*, *Fusarium oxysporum*, *Erwinia carotovora*, *Agrobacterium tumefaciens*, *Agrobacterium vitis*, *Sclerotium rolfsii*, e *Rhizoctonia solani* devido à capacidade de produzir antibióticos e enzimas líticas, além de sideróforos que impedem a absorção de ferro pelos patógenos, dificultando sua proliferação.

Também são eficazes na Biorremediação simbiótica de águas residuais da aquicultura através da remoção de amônia e fósforo, simplesmente pelo

metabolismo e capacidade oxidativa dos ME [110]. Além disso, os microrganismos eficientes têm sido testados para possíveis finalidades de tratamento de diversas doenças em humanos como o câncer, diabetes, hipertensão, reumatismo, tuberculose, HIV/AIDS, entre outras, sendo que se obtiveram resultados positivos com o tratamento de extrato fermentado (EM-X), que foi capaz de inibir o crescimento e regeneração das células cancerígenas, possivelmente por sua ação antioxidante [111, 112].

8. Considerações finais

Considerando os pressupostos de uma agricultura que visa o equilíbrio dos agroecossistemas os microrganismos eficientes são importantes aliados, e proporcionam uma série de benefícios ao sistema com um todo. Porém, mais estudos nesse contexto são importantes, por meio de trabalhos e estudos comparativos entre os ME disponíveis comercialmente e os obtidos por meio de processos artesanais a campo, na mesma região, pois os efeitos adaptativos dos microrganismos podem ser decisivos no efeito resposta.

Há uma complexa interação de vários microrganismos, capazes de desempenhar um importante papel, seja de forma isolado ou associativo, que podem interferir significativamente no ambiente em que são inseridos. Os ME são uma importante ferramenta, ainda que para alguns tratamentos os resultados sejam inconclusivos, como no caso do tratamento de efluentes.

Também é possível perceber uma gama de possibilidades onde os microrganismos eficientes estão inseridos, um campo vasto para agricultura e para a biodiversidade, que indica a necessidade de trabalhos com as grandes culturas como soja, milho etc.

9. Agradecimentos

À Universidade Federal da Fronteira Sul pelo apoio financeiro concedido para a execução dos projetos de pesquisa os quais resultaram em vários trabalhos, sendo esta publicação, um deles.

10. Referências

[1] Capra, F. A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. Trad. Newton Roberval Eicheberg. São Paulo: Cultrix, 1999.

- [2] Capra, Fritjof. *As conexões ocultas: ciência para uma vida sustentável*. São Paulo: Cultrix, 2002.
- [3] Capra, F. *O ponto de mutação*. São Paulo: Cultrix, 1994.
- [4] Capra, F.; LUISI, P. L. *A visão sistêmica da vida: uma concepção unificada e suas implicações filosóficas, políticas, sociais e econômicas*. São Paulo, Cultrix, 2014. 615 p.
- [5] Silva, Franciédna Maria da. *Percepção de risco no uso de agrotóxicos em cinco comunidades rurais no município de Pombal - PB*. Tese de Conclusão de Curso. Pombal: Universidade Federal de Campina Grande; 2014.
- [6] Mossi, A.J.; Petry, C.; Junior, F.W.R. *Agroecology: Insights, Experiences and Perspectives*: 1 ed. Rio Grande do Sul: Nova, 2020. 346 p.
- [7] Canuto, J. C. *Agroecologia: princípios e estratégias para o desenho de agroecossistemas sustentáveis*. *Redes*, Santa Cruz do Sul, Universidade de Santa Cruz do Sul, 22(2), p. 137-151, 2017. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/redes/article/view/9351>. Acesso em 24 de fev. 2021.
- [8] Amarante, E. A. L. DO. et al. *Agricultura familiar e a sustentabilidade: novos arranjos e processos*. *Braz. J. of Develop. Curitiba*, 4(7), Edição Especial, p. 4419-4432, nov. 2018. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/626>. Acesso em 24 de fev. 2021.
- [9] Higa, T., Parr, J.F., 1994. *Beneficial and Effective Microorganisms for a Sustainable Agriculture and Environment*. International Nature Farming Research Centre, Atami, Japan, p. 16. Disponível em: <https://www.the-compost-gardener.com/support-files/em-1-higa-paper.pdf>. Acesso em 24 de fev. 2021.
- [10] Mitsuiki C. *Efeito de sistemas de preparo de solo e do uso de Microrganismos Eficazes nas propriedades físicas do solo, produtividade e qualidade de batata*. Tese de Mestrado. Piracicaba: Universidade de São Paulo; 2006.
- [11] Javaid, A.; Bajwa, R. *Field evaluation of effective microorganisms (EM) application for growth, nodulation, and nutrition of mung bean*. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 35(4), p. 443–452, 2011. <http://doi.org/10.3906/tar-1001-599>.

- [12] Joshi, H. et al. Role of Effective Microorganisms (EM) in Sustainable Agriculture. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(3), p. 172–181, 2019. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.803.024>.
- [13] Wilkinson, K. M. Beneficial microorganisms. In: Dumroese, R. Kasten; Luna, Tara; Landis, Thomas D., editors. *Nursery manual for native plants: A guide for tribal nurseries-Volume 1: Nursery management*. Agriculture Handbook 730. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. p. 247-261. 2009.
- [14] Figueiredo, M.V.B. et al. Beneficial Microorganisms: Current Challenge to Increase Crop Performance. In: Arora N., Mehnaz S., Balestrini R. (eds) *Bioformulations: for Sustainable Agriculture*. Springer, New Delhi, 2016.
- [15] Parnell, J. J. et al. From the lab to the farm: An industrial perspective of plant beneficial microorganisms. *Frontiers in Plant Science*, 7(1110), p. 1–12, 2016. <http://doi.org/10.3389/fpls.2016.01110>.
- [16] Higa, T.; Wididana, G.N. The concept and theories of Effective Microorganisms. In Parr, J.F.; Hornick, S.B.; Whitman, C.E. (ed.) *Proceedings of the First International Conference on Kyusei Nature Farming*, U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C., USA. p. 118-124, 1991.
- [17] Andrade, F.M.C. *Caderno dos microrganismos eficientes (EM) - Instruções práticas sobre o uso ecológico e social do EM*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 32p. Disponível em: <http://estaticog1.globo.com/2014/04/16/caderno-dos-microrganismos-eficientes.pdf>. Acesso em 24 de fev. 2021.
- [18] Fan, Y. Van et al. Evaluation of Effective Microorganisms on home scale organic waste composting. *Journal of Environmental Management*, 216(2018), p. 41–48, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.04.019>.
- [19] Oliveira, E. A. G. de et al. Compostos orgânicos fermentados tipo “bokashi” obtidos com diferentes materiais de origem vegetal e diferentes formas de inoculação visando sua utilização no cultivo de hortaliças. 23. ed. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2014. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br>. Acesso em 24 de fev. 2021.
- [20] Teixeira, N. T.; Witt, L. de; Filho, P. R. R. da S. Microrganismos de regeneração nas propriedades químicas do solo, desenvolvimento E produção de milho. *Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia*, 14(2), p. 72–80, 2017.

<http://ferramentas.unipinhal.edu.br/engenhariaambiental/viewarticle.php?id=1499&layout=abstract>. Acesso em: 20 de dez. 2020.

[21] Talaat, N. B. Effective microorganisms: An innovative tool for inducing common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) salt-tolerance by regulating photosynthetic rate and endogenous phytohormones production. *Scientia Horticulturae*, v. 250, n. February, p. 254–265, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.02.052>.

[22] Ansar, M. et al. Application of Bokashi Fertilizer and Duration of Water Supply to Increase Growth, Yields, and Quality of Shallot in Dryland. *International Journal of Design and Nature and Ecodynamics*, 15(5), p. 711–719, 2020. <https://doi.org/10.18280/ijdne.150513>.

[23] Sunarya, D. S.; Nisyawati; Wardhana, W. Utilization of baglog waste as bokashi fertilizer with local microorganisms (MOL) activator. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 524(1), 2020. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/524/1/012013>.

[24] ENRO Japan. Disponível em: <https://www.emrojapan.com/trademark/>. Acesso em: 17 de dez. 2020.

[25] Santos, L. F. dos. Micro-organismos Eficientes: diversidade microbiana e efeito na germinação, crescimento e composição química de capim-marandu. Tese de Mestrado. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2016.

[26] Mandalaywala, H.; Patel, P.; Ratna, T. Introduction and Use of Effective Microorganisms for Bioremediation Processes-A Review. *International Journal of Science and Research Methodology*, 7(3), p. 41–50, 2017. Disponível em: www.ijstrm.humanjournals.com. Acesso em: 09 de dez. 2020.

[27] Golec, A. F. C.; Pérez, P. G.; Lokare, C. Effective Microorganisms: Myth or reality? *Revista Peruana de Biología*, 14(2), p. 315–319, 2007. <https://doi.org/10.15381/rpb.v14i2.1837>.

[28] Zydlik, P.; Zydlik, Z. Impact of biological effective microorganisms (EM) preparations on some physico-chemical properties of soil and the vegetative growth of apple-tree rootstocks. *Nauka Przyr. Technol.* 2(1), p.1-8, 2008. <http://www.npt.up-poznan.net/volume2/issue2/abstract-4.html>. Acesso em: 24 de fev. 2021.

[29] Zhang, S.; Gan, Y.; Xu, B. Application of plant-growth-promoting fungi *Trichoderma longibrachiatum* T6 enhances tolerance of wheat to salt stress

through improvement of antioxidative defense system and gene expression. *Frontiers in Plant Science*, 7(1405), September, p. 1–11, 2016. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.0140>.

[30] Himangini J.; Somduttand, P. C.; Mundra, S.L. Role of Effective Microorganisms (EM) in Sustainable Agriculture. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci.* 8(3), p.172-181, 2019. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.803.024>.

[31] Farajzadeh, D. et al. Plant growth promoting characterization of indigenous azotobacteria isolated from soils in Iran. *Current Microbiology*, 64(4), p. 397–403, 2012. <https://doi.org/10.1007/s00284-012-0083-x>.

[32] Calero. H. A. et al. Effect of different application forms of efficient microorganisms on the agricultural productive of two bean cultivars. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 72(3), p. 8927–8935, 2019. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v72n3.76272>.

[33] Kazai, P. et al. Yield and seed quality parameters of common bean cultivars grown under water and heat stress field conditions. *AIMS Agriculture and Food*, 4(2), p. 285–302, 2019. <https://doi.org/10.3934/AGRFOOD.2019.2.285>.

[34] Smirnova, I.E.; Sadanov, A.K. Cellulolytic bacteria and association of effective microorganisms for biocontrol of root rot infections in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Biologiya [Agricultural Biology]*, 2019, 54(5), p. 1041-1051. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2019.5.1041eng>.

[35] Roupshael, Y. et al. Endophytic fungi induce salt stress tolerance in greenhouse-grown basil. *Acta Horticulturae*, v. 1268, p. 125–131, 2020. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1268.16>.

[36] Iriti, M., et al. Soil application of effective microorganisms (em) maintains leaf photosynthetic efficiency, increases seed yield and quality traits of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Plants grown on different substrates. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(9), p.1-9, 2019. <https://doi.org/10.3390/ijms20092327>.

[37] Shalaby, E. A. Prospects of effective microorganisms technology in wastes treatment in Egypt. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 1(3), p.243–248, 2011. [https://dx.doi.org/10.1016%2FS2221-1691\(11\)60035-X](https://dx.doi.org/10.1016%2FS2221-1691(11)60035-X).

[38] Nanyuli, I. et al. The effects of EM (effective microorganisms) and biochar on the rate of decomposition and the nutrient content of the compost manure

produced from the locally available materials during composting in kakamega central sub county kenya. *Journal of Horticulture and Plant Research* Submitted, v. 4, p. 33-47, 2018. <https://doi.org/10.18052/www.scipress.com/JHPR.4.33>.

[39] Van Vliet, P. C. J.; BLOEM, J.; GOEDE, R. G. M. de. Microbial diversity, nitrogen loss and grass production after addition of Effective Micro-organisms® (EM) to slurry manure. *Applied Soil Ecology*, 32(2), p.188–198, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2005.07.001>.

[40] Mayer, J. et al. How effective are “Effective microorganisms® (EM)”? Results from a field study in temperate climate. *Applied Soil Ecology*, 46(2), p.230–239, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2010.08.007>.

[41] Priyadi, K. et al. Effect of soil type, applications of chicken manure and effective microorganisms on corn yield and microbial properties of acidic wetland soils in Indonesia. *Soil Sci. Plant Nut*, 51(5), p.689-691, 2005. <https://doi.org/10.1111/j.1747-0765.2005.tb00092.x>.

[42] Olle, M.; Williams, I. H. Effective microorganisms and their influence on vegetable production – a review. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 88(4), p.380–386, 2013. <https://doi.org/10.1080/14620316.2013.11512979>.

[43] Gorski R, Kleiber T: Effect of effective microorganisms (EM) on nutrient content in substrate and development and yielding of roses (*Rosa x hybrida*) and gerbera (*Gerbera jamesonii*). *Ecol Chem Eng*. 17(4), p.506-512, 2010.

[44] Ting, A. S. Y. et al. Investigating metal removal potential by Effective Microorganisms (EM) in alginate-immobilized and free-cell forms. *Bioresource Technology*, v.147, p.636–639, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.08.064>.

[45] Szymanski, N.; Patterson, R. A. Effective microorganisms (EM) and wastewater systems. *Future Directions for On-site Systems: Best Management Practice*, p.347-355, 2003. <http://www.envismadrasuniv.org/pdf/effective%20microorganisms%20and%20waste%20water.pdf>. Acesso em: 24 de fev. 2021.

[46] Shafei, E. EL.; Elmoteleb, E. ABD. Investigate the Effect of Effective Microorganism (EM) on Improving the Quality of Sewage Water from Al-Gabal

Al-Asfar Area in Egypt. 1st International Conference on Towards a Better Quality of Life, (24), p.1-9, 2017. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3164096>.

[47] Wahid, W.; Azman, S. Improvement of Water Quality using Effective Microorganisms. *Environmental Engineering and Hydrology*, v. 3, p. 57–66, 2016. <https://www.semanticscholar.org/paper/Improvement-of-Water-Quality-using-Effective-Wahid-Azman/f7044d207541fd7698cfc37c9d68ab7633a3c837>. Acesso em: 24 de fev. 2021.

[48] Dondajewska, R. et al. Water quality and phytoplankton structure changes under the influence of effective microorganisms (EM) and barley straw – Lake restoration case study. *Science of The Total Environment*, v.660, p.1355–1366, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.071>.

[49] Nikitin, A. N. et al. Impact of effective microorganisms on the transfer of radioactive cesium into lettuce and barley biomass. *Journal of Environmental Radioactivity*, v.192, p.491–497, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2018.08.005>.

[50] Talaat, N. B. Effective microorganisms enhance the scavenging capacity of the ascorbate-glutathione cycle in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants grown in salty soils. *Plant Physiology and Biochemistry*, v. 80, p. 136–143, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2014.03.035>.

[51] Lambertson, G. Sustainability accounting - A brief history and conceptual framework. *Accounting Forum*, 29(1), p. 7–26, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.accfor.2004.11.001>.

[52] Boff, Leonardo. *Sustentabilidade: O que é: o que não é*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2017. 200 p.

[53] Ribeiro, Helena; Jaime, Patrícia Constante; Ventura, Deisy. Alimentação e sustentabilidade. *Estud. av.*, São Paulo, 31(89), p. 185-198, Apr. 2017.

[54] Paulino, E. T.; Moreira, R. M. O.; Almeida, R. A. Produção Agroecológica para Construção de Autonomias no Campo e na Cidade: Uma Experiência em Três Lagoas-MS e em Londrina-PR. *Associação Brasileira de Agroecologia*, 13(2), p. 1-8, Dez. 2018. <http://cadernos.aba-agroecologia.org.br/index.php/cadernos/article/view/2443>. Acesso em: 24 de fev. 2021.

[55] Figueira, L. M.; Schroth, G.; Monteiro, W. R. Esforços Tecnológicos empregados no combate às queimadas no Brasil. In: *Meio Ambiente em Foco -*

Volume 7. Belo Horizonte: 2019. v. 7 p. 50–57. <https://doi.org/10.5935/978-85-7042-075-6>.

[56] Arraes, R. de A.; Mariano, F. Z.; Simonassi, A. G. Causas do desmatamento no Brasil e seu ordenamento no contexto mundial. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 50(1), p. 119–140, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0103-20032012000100007>.

[57] Lima, C. L. M. Agricultura Familiar no Cerrado como alternativa frente ao desmatamento no Município de Morrinhos/GO. I Internacional Interdisciplinary Seminar on environment and Society & II Seminário Interdisciplinar em Ambiente e Sociedade. InTech: 2017, p. 233-237. Morrinhos: Universidade Federal de Goiás. <https://www.anais.ueg.br/index.php/sias/article/view/14126/11135>. Acesso em: 24 de fev. 2021.

[58] Sampaio, E. V. S. B.; Araújo, M. DO S. B.; Sampaio, Y. S. B. Impactos Ambientais Da Agricultura No Processo De Desertificação No Nordeste Do Brasil. *Revista de Geografia*, 22(1), p. 90–112, 2008. <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/download/228637/23060>.

[59] Sousa, R. da P. Agroecologia e educação do campo: desafios da institucionalização no Brasil. *Educação e Sociedade*, 38(140), p. 631–648, 2017. <https://doi.org/10.1590/es0101-73302017180924>.

[60] Winckler, S.; Renk, A.; Munarini, A. E. Conflitos socioambientais entre agricultura familiar orgânica e agroecológica e o agronegócio na região oeste de Santa Catarina. *Acta Ambiental Catarinense*, 15(1/2), p. 17–39, 2018. <https://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/acta/article/view/4964/2798>. Acesso em: 24 de fev. 2021.

[61] Tiftonell, P. Assessing resilience and adaptability in agroecological transitions. *Agricultural Systems*, v. 184 April, p. 102862, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102862>.

[62] Gonçalves, L. M. Avaliação de um agroecossistema em transição agroecológica. Tese de Mestrado. Pato Branco: Universidade Tecnológica do Paraná; 2020.

- [63] Ong, T. W. Y.; Liao, W. Agroecological Transitions: A Mathematical Perspective on a Transdisciplinary Problem. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4(91) June, p. 1–25, 2020. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00091>.
- [64] Wezel, A. et al. Agroecological principles and elements and their implications for transitioning to sustainable food systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 40(6), 2020. <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00646-z>.
- [65] Lucantoni, D. Transition to agroecology for improved food security and better living conditions: case study from a family farm in Pinar del Río, Cuba. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 44(9), p. 1124–1161, 2020. <https://doi.org/10.1080/21683565.2020.1766635>.
- [66] Lopes, P. R.; Aaraújo, K. C. S.; Rangel, I. M. L. Sanidade vegetal na perspectiva da transição agroecológica. *Fitos*, 13(2), p. 178–194, 2019. <https://doi.org/10.17648/2446-4775.2019.804>.
- [67] Santos, H. P. et al. Sistemas de manejo e rotação de culturas no rendimento de grãos e nas características agronômicas de trigo. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 7(3), p. 478–484, 2012. <https://doi.org/10.5039/agraria.v7i3a1844>.
- [68] Canalli, L. B. DOS S. et al. Production and profitability of crop rotation systems in southern Brazil. *Semina: Ciências Agrárias*, 41(6), p. 2541–2554, 2020. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2020v41n6p2541>.
- [69] Mortensen, D. A.; Smith, R. G. Confronting Barriers to Cropping System Diversification. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, v. 4 November, p. 1–10, 2020. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.564197>.
- [70] Bonini Pires, C. A. et al. Diversified crop rotation with no-till changes microbial distribution with depth and enhances activity in a subtropical Oxisol. *European Journal of Soil Science*, 71(6), p. 1173–1187, 2020. <https://doi.org/10.1111/ejss.12981>.
- [71] Beillouin, Damien; Ben-Ari, Tamara; Makowski David. Evidence map of crop diversification strategies at the global scale. *Environmental Research Letters*. France, p. 1-11. 18 nov. 2019. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab4449>. Acesso em: 24 de fev. 2021.

- [72] Moreira, R. M.; Carmo, M. S. DO. Agroecologia na construção do desenvolvimento rural sustentável. *Agri. São Paulo*, 51(2), p. 37–56, 2004. <http://www.iea.sp.gov.br/out/publicacoes/pdf/asp-2-04-4.pdf>. Acesso em: 24 de fev. 2021.
- [73] Ollivier, G. et al. Agroecological transitions: What can sustainability transition frameworks teach us? An ontological and empirical analysis. *Ecology and Society*, 23(2), p.1-18, 2018. <https://hal.inrae.fr/hal-02622145>. Acesso em: 24 de fev. 2021.
- [74] INPE <http://www.inpe.br/>. Acesso em: 21 de dez. 2020.
- [75] Caporal, F. R. Agroecologia: uma Nova Ciência para Apoiar a Transição a Agriculturas mais sustentáveis. 1.ed. Brasília: MDA/SAF, 2009. v.1. 30 p. ISBN: 978-85-60548-70-5
- [76] Rhijn, P.; Vanderleyden, J. The Rhizobium - Plant Symbiosis. *American Society for Microbiology*, 59(1), p. 124-142, 1995. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC239357/>. Acesso em: 12 de out. 2020.
- [77] Souza, R. de; Ambrosini, A.; Passaglia, L. M. P. Plant growth-promoting bacteria as inoculants in agricultural soils. *Genet. Mol. Biol.*, Ribeirão Preto, 38(4), p.401-419, Dez. 2015. <https://doi.org/10.1590/S1415-475738420150053>.
- [78] Reis, J. A. et al. Lactic Acid Bacteria Antimicrobial Compounds: Characteristics and Applications. *Food Engineering Reviews*, 4(2), p. 124–140, 2012. <http://dx.doi.org/10.1007/s12393-012-9051-2>. Acesso em: 12 de out. 2020.
- [79] Daranas, N. et al. Biological control of bacterial plant diseases with *Lactobacillus plantarum* strains selected for their broad-spectrum activity. *Annals of Applied Biology*, 174(1), p. 92–105, 2019. <https://doi.org/10.1111/aab.12476>.
- [80] Laten, H. M. Cytokinins affect spore formation but not cell division in the yeast *Saccharomyces cerevisiae*. *BBA - Molecular Cell Research*, 1266(1), p. 45–49, 1995. [https://doi.org/10.1016/0167-4889\(94\)00214-Y](https://doi.org/10.1016/0167-4889(94)00214-Y).
- [81] El-Tohamy, W. A.; El-Greadly, N. H. M. Physiological Responses, Growth, Yield and Quality of Snap Beans in Response to Foliar Application of Yeast, Vitamin E and Zinc under Sandy Soil Conditions. *Australian Journal of Basic*

and Applied Sciences, 1(3), p. 294–299, 2007. <http://www.ajbasweb.com/old/ajbas/294-299.pdf>. Acesso em: 12 de dez. 2020.

[82] Ahmed, A. A. et al. Effect of foliar application of active yeast extract and zinc on growth, yield and quality of potato plant (*Solanum tuberosum* L.). Journal of Applied Sciences Research, 7(12), p. 2479–2488, 2011. https://www.researchgate.net/publication/287721845_Effect_of_foliar_application_of_active_yeast_extract_and_zinc_on_growth_yield_and_quality_of_potato_plant_Solanum_tuberosum_L. Acesso em: 24 de fev. 2021.

[83] Kang, S. M. et al. Cucumber performance is improved by inoculation with plant growth-promoting microorganisms. Acta Agriculturae Scandinavica Section B: Soil and Plant Science, 65(1), p. 36–44, 2015. <https://doi.org/10.1080/09064710.2014.960889>.

[84] Gao, J. et al. Influence of *Saccharomyces cerevisiae* on gas exchange and yield attributes in rice under drought conditions. Biological Agriculture and Horticulture, 30(1), p. 52–61, 2014. <https://doi.org/10.1080/01448765.2013.845608>.

[85] Vinale, F. et al. Trichoderma-plant-pathogen interactions. Soil Biology and Biochemistry, 40(1), p. 1–10, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2007.07.002>.

[86] Vurkonda, S. S. K. P.; Giovanardi, D.; Stefani, E. Plant growth promoting and biocontrol activity of streptomyces spp. As endophytes. International Journal of Molecular Sciences, 19(4), 2018. <https://doi.org/10.3390/ijms19040952>.

[87] Muthaura C. et al. Effective Microorganisms and their influence on growth and yield of pigweed (*Amaranthus dubians*). ARPN Journal of Agricultural and Biological Science, 5(1), p.17-22, 2010. <https://www.researchgate.net/publication/242587665> Acesso em: 21 de dez. 2020.

[88] Hurtado, A. C. et al. Effect of different application forms of efficient microorganisms on the agricultural productive of two bean cultivars. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, 72(3), p. 8927–8935, 2019. <https://10.15446/rfnam.v72n3.76272>.

- [89] Safdarian, M. et al. Halophile plant growth-promoting rhizobacteria induce salt tolerance traits in wheat seedlings (*Triticum aestivum* L.). *Pedosphere*, 30(5), p. 684–693, 2020. [http://dx.doi.org/10.1016/S1002-0160\(19\)60835-0](http://dx.doi.org/10.1016/S1002-0160(19)60835-0).
- [90] Moreira, H. et al. Synergistic effects of arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth-promoting bacteria benefit maize growth under increasing soil salinity. *Journal of Environmental Management*, v. 257, September 2019, p. 109982, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109982>.
- [91] Talaat, B. N. Effective microorganisms modify protein and polyamine pools in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants grown under saline conditions. Department of Plant Physiology, Faculty of Agriculture, Cairo University, Giza, Egypt, Abril. 2015. <https://doi.org/10.1007/s10725-014-9952-6>.
- [92] Lawlor, D.W., Limitation to photosynthesis in water-stressed leaves: stomata vs metabolism and the role of ATP. *Annals of Botany*, v. 89, p. 871-885, 2002. <https://doi.org/10.1093/aob/mcf110>.
- [93] Castro, F. A. et al. Relationship between photochemical efficiency (JIP-Test Parameters) and portable chlorophyll meter readings in papaya plants. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 23(4), p. 295–304, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202011000400007>.
- [94] Ferreira, M. H.; Nobre, D. A. C.; Macedo, W. R. Plant bioregulators on common bean cultivated under two soil moisture. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 19(1), p. 54–63, 2020. <https://doi.org/10.5965/223811711912020054>.
- [95] Pereira, F. H. F. et al. Trocas gasosas, eficiência fotoquímica e potencial osmótico de plantas de tomate submetidas a condições salinas. *PesquisAgro*, 3(1), p. 36–51, 2020. <https://doi.org/10.33912/pagro.v3i1.656>.
- [96] Zaiyou, J., Xiuren, Z., & Jing, T. Photosynthetic and Chlorophyll Fluorescence Characteristics of *Isodon rubescens* (Hemsley) H. Hara. *Scientific Reports*, 10(1), 2020. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-020-67192-2>.
- [97] Campostrini, E. Fluorescência da clorofila a: considerações teóricas e aplicações práticas. Univ. Estadual do norte Fluminense. Apostila, p. 1–34, 2001.
- [98] Dourado, Emuriela da Rocha. Microrganismos Eficientes (EM) no tratamento de sementes de milho. Tese de Mestrado em Agroecologia. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2018.

- [99] Bonfim, F. P. G. et al. Caderno dos microrganismos eficientes (EM): Instruções práticas sobre o uso ecológico e social do EM. Viçosa, MG, 2 ed, 2011. 31p.
- [100] Keswani, C. et al. Unravelling efficient applications of agriculturally important microorganisms for alleviation of induced inter-cellular oxidative stress in crops. *Acta Agriculturae Slovenica*, 114(1), p. 121–130, 2019. <https://doi.org/10.14720/aas.2019.114.1.14>.
- [101] Rani, B. et al. Mitigating the effect of drought stress on yield in wheat (*Triticum aestivum*) using arbuscular mycorrhiza fungi (*Glomus mosseae*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 88(12), p. 1903–1908, 2018. <https://www.researchgate.net/publication/325113339>. Acesso em: 22 de dez. 2020.
- [102] Gunturu, D. R. et al. Effective role of microorganisms in livestock development. [s.l.] Elsevier Inc., 2019. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816328-3.00014-3>.
- [103] Ma Y, Vosátka M and Freitas H. Editorial: Beneficial Microbes Alleviate Climatic Stresses in Plants. *Front. Plant Sci*, v. 10 p. 1-2, 2019. 10:595. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00595>.
- [104] Cai, Y. et al. Efficient biodegradation of organic matter using a thermophilic bacterium and development of a cost-effective culture medium for industrial use. *Journal of Environmental Science and Health - Part A Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering*, 55(6), p. 686–696, 2020. <https://doi.org/10.1080/10934529.2020.1732173>.
- [105] Aallhverdiyev, S.R. et al. Effective Microorganisms (EM) Technology in plants.. *Technology*, 14(4), p. 103-106, 2011. <https://www.researchgate.net/publication/257229217>. Acesso em: 24 de fev. 2021.
- [106] Khaliq, A., Abbasi, M., & Hussain, T. (2006). Effects of integrated use of organic and inorganic nutrient sources with effective microorganisms (EM) on seed cotton yield in Pakistan. *Bioresource Technology*, 97(8), p.967–972, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.05.002>.
- [107] Hussain, T.; Javaid, T.; Parr, J. F.; Jiliani, G. and Haq, M. A. (1999). Rice and wheat production in Pakistan with Effective Microorganisms. *American*

Journal of Alternative Agriculture, 14(1), p. 30-36, out, 2009. <https://www.jstor.org/stable/44503082>. Acesso em: 24 de fev. 2021.

[108] Hu, C.; Qi, Y. Long-term effective microorganisms application promote growth and increase yields and nutrition of wheat in China. European Journal of Agronomy, v. 46, p. 63–67, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2012.12.003>.

[109] Glick, B. R.. Plant Growth-Promoting Bacteria: Mechanisms and Applications. Soil Environ, 15 p, 2012. <http://dx.doi.org/10.6064/2012/963401>.

[110] Lananan, F. et al. Symbiotic bioremediation of aquaculture wastewater in reducing ammonia and phosphorus utilizing Effective Microorganism (EM-1) and microalgae (*Chlorella sp.*), International Biodeterioration & Biodegradation, v.95, p.1-8, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2014.06.013>.

[111] Deiana, M. et al. The antioxidant cocktail effective microorganism X (EM-X) inhibits oxidant-induced interleukin-8 release and the peroxidation of phospholipids in vitro. Biochemical and Biophysical Research Communications, 296(5), p.1148–1151, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0006-291X\(02\)02061-2](https://doi.org/10.1016/S0006-291X(02)02061-2).

[112] Chui, C. et al. Growth inhibitory potential of effective microorganism fermentation extract (EM-X) on cancer cells. International Journal of Molecular Medicine, v.14 p. 925-929, 2004. <https://doi.org/10.3892/ijmm.14.5.925>.

Autores

Denise Cargnelutti¹, Ezequiel Bampi², Gabriela de Melo Santiago¹, Vilson Conrado da Luz¹, Egabrieli Garbin¹, Alfredo Castamann², Altemir José Mossi³

3. Laboratório de Entomologia e Bioquímica, Universidade Federal da Fronteira Sul, RS-135, 200 - Zona Rural, 99700-970, Erechim, Brasil.

4. Laboratório de Solos, Universidade Federal da Fronteira Sul, RS-135, 200 - Zona Rural, 99700-970, Erechim, Brasil.

5. Laboratório de Agroecologia, Universidade Federal da Fronteira Sul, RS-135, 200 - Zona Rural, 99700-970, Erechim, Brasil.

* Autor para correspondência: denicargnelutti@gmail.com

Agroecologia no Brasil: história e polissemia de um conceito

Paulo Henrique Vailati, Miguel Mundstock Xavier de Carvalho

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-991393-9-0.c3>

Resumo

As defesas entusiasmadas da Agroecologia no Brasil que podem ser ouvidas nos Congressos despertam uma sensação de esperança e preocupação. Esperança por que a agricultura precisa de soluções para alcançar um desenvolvimento mais sustentável, tornando-se menos invasiva ao meio natural, e que ao mesmo tempo atenda as questões sociais. Por outro lado, desperta também preocupação, pois fica claro que a polissemia do conceito gera possibilidades de interpretação inviáveis sobre essa prática de agricultura, que pode ser apreendida também como um movimento social e um ramo da ciência. Ao mesmo tempo, o conceito vem passando por uma considerável transformação ao longo das décadas, de uma maneira que as gerações mais novas mal percebem. Desde os excessos e questionamentos da contracultura, a agroecologia no Brasil vai encontrar sua origem em uma variada gama de influências do pensamento agrônomo e ecológico, com aproximações e distanciamentos de movimentos esotéricos, ONGs e mais recentemente se institucionalizando na academia e nos Programas de Pós-Graduação. Nesse sentido, a proposta desse capítulo é explorar as polissemias que comportam o termo Agroecologia, com especial ênfase na evolução histórica, procurando compreender as transformações e os contextos sociais associados, elucidando as metamorfoses do conceito e como podemos imaginar o futuro na busca por uma agricultura mais sustentável.

Palavras-chave: agriculturas alternativas, conceito de agroecologia, contexto social da agroecologia, história da agroecologia no Brasil.

1. Introdução

Embora o termo Agroecologia tenha origens na década de 1920 e que por sua vez a definição tenha proveniência no termo Ecologia no século XIX, o que se costuma entender por Agroecologia no Brasil hoje tem origens nas agriculturas alternativas da década de 1970. Nessa época florescia no país um movimento contracultural e ecológico, com suas exuberâncias, exageros e esperanças de fazer diferente, associado a um contexto de expansão do ensino universitário e de uma modernização agrícola. Assim como o movimento ecológico, o movimento agroecológico bebeu de diferentes fontes e influências de pensamento, e portanto se caracteriza por uma grande diversidade de percepções, unidas pela intenção de contribuir, por diferentes vias, para uma agricultura com menor agressão à natureza [1,2]. O presente capítulo procura apontar algumas discussões relevantes para o entendimento da história da Agroecologia no Brasil, como as aproximações das agriculturas alternativas das décadas de 1970 e 1980 com correntes esotéricas de pensamento, sobre o alternativo como parte do científico, sobre a Agroecologia ser uma “nova” ciência e, por fim, uma interpretação sobre como influentes instituições recentes, como a ABA (Associação Brasileira de Agroecologia), interpretam a Agroecologia na sua dimensão científica e também como parte de um movimento social e de uma prática agrícola.

2. Agriculturas alternativas e correntes esotéricas de pensamento

Em pesquisas realizadas na Hemeroteca Digital do site da Biblioteca Nacional [3], durante as décadas de 1970 até 1990 no Brasil, os termos *agroecologia*, *agricultura alternativa* e *agricultura orgânica* por vezes se misturavam nos periódicos com uma miríade de outros vocábulos considerados fantasiosos ou pouco estudados pela ciência, aguçando a mente de muitos para campos que se fundiam ao esoterismo e, dessa forma, acabavam por se distanciar das convenções científicas da época. *Ufologia*, *Iridologia*, *Tarô*, *Gestalt*, *Psicologia Extra-Sensorial* e *Profecias e Apocalipse* são alguns dos temas de palestrantes que dividiam a semana de apresentação com temas de Ecologia de outros dias, como *Comunidades Rurais*, *Horticultura Urbana*, *Habitações Indígenas* e *Política Ecológica*, em evento de cultura alternativa na cidade de Brasília, em 1983 [4].

Muitas das fontes da mesma época citavam, em contrapartida, matérias, entrevistas, transcrições de mesas redondas e propagandas de congressos e outros eventos com caracterizações mais científicas [5] voltadas a políticas públicas municipais [6], como por exemplo, a indicação da agroecologia ou de agriculturas alternativas para usinas de beneficiamento de lixo; como redução de custos agropecuários para pequenos produtores e para a agricultura familiar [7]; na forma de sistemas agrícolas voltados a países em desenvolvimento; para pequenas comunidades; para o interesse de assentamentos [8]; como projetos municipais de emprego para moradores de rua; como medida de preservação ao meio ambiente; no sentido de ampliar a autonomia do produtor brasileiro [9], a fim de desenvolver uma agricultura sem marginalização, dentre outros.

Em uma das pesquisas – datando de 1991 no jornal paranaense *Correio de Notícias* – consta matéria acerca de um projeto do banco Banestado que, com auxílio da então Empresa Paranaense de Assistência Rural (Emater/PR) desenvolveu o *Programa Terra Viva*, com fins de liberação de financiamento aos interessados em investir na área de agricultura alternativa [10].

Com base nessas informações variadas, discutíveis, e muito presentes em periódicos das décadas citadas, surge uma dúvida: por que o esoterismo integrava parte do meio de estudos das agriculturas alternativas?

Precisamos levar em conta duas informações precedentes à resolução da pergunta. A primeira diz respeito à historicidade dos conceitos, a qual preconiza que um mesmo conceito, analisado a partir de épocas ou regiões distintas, pode ter mais do que um significado, conforme visto nas descrições acerca do trabalho de Reinhart Koselleck [11]. A segunda se refere às mentalidades, aliada aos processos culturais que uma sociedade desenvolve e transforma e, com base nisso, aceita ou não ideias diferentes das suas, de forma a estigmatizar ideias distintas, absorvendo-as relutantemente ou até mesmo as demonizando [12]. Tomando como referência essas duas informações, compreendemos melhor como os vocábulos “alternativo” e “esotérico” puderam se unir na história da agroecologia brasileira, quando da análise das práticas agrícolas que seguiam caminhos distintos aos da agricultura convencional.

Em uma busca no acervo da Hemeroteca Digital, realizada utilizando o termo “Agricultura Orgânica” no período entre 1970 e 1979, foram encontradas 28 ocorrências, em meio a 203 periódicos totais da década mencionada. A primeira dessas ocorrências, por exemplo, se intitula “Os Novos Alquimistas” no Jornal do Brasil (RJ), e trata do desenvolvimento de uma matéria cuja página inicial fala sobre as chamadas “Arcas”, as quais são residências estrategicamente planejadas, com estufas e painéis de células fotovoltaicas que sustentam plantas produzidas com base na agricultura orgânica, e onde seus moradores tentam se desvincular do maquinário e das tecnologias mais agressivas à natureza, na época, buscando uma integração mais natural, por assim dizer, com o meio [13].

Assim, vemos que o despontar das agriculturas alternativas acabou sendo vinculado às filosofias de grupos espiritualistas ou a temas paralelos que mexiam com o imaginário popular, tornando muito mais socialmente apropriado acreditar em uma agricultura cientificamente comercializada e propagada massivamente na mídia, do que em outra que a contestava e era formada por, estereotipicamente, *hippies da classe média*.

Há de se considerar a complexidade do assunto como um todo: não se defende aqui a ideia de que os movimentos de origem da agroecologia, da agricultura orgânica e outros meios alternativos tivessem necessitado de atribuições religiosas, morais, espirituais, esotéricas ou da credence popular. Em alguns casos a caricatura esotérica servia para descredibilizar uma abordagem agrícola, mas em outros casos, os grupos mesmos buscavam essa identidade espiritualista, como é o movimento da Agricultura Biodinâmica ou a própria agricultura orgânica de base cristã do início do século XX nos EUA [14]. Essas considerações ajudam a explicar por que em alguns casos ainda hoje algumas pessoas ligadas a Agroecologia tenham uma inclinação para as correntes esotéricas, o que despertou críticas sobre a seriedade e falta de rigor científico da Agroecologia por intelectuais como Zander Navarro, por exemplo [15].

3. O que é “alternativo” é “científico”?

Um dos livros de ciência mais indicado para estudos acadêmicos é “A estrutura das revoluções científicas”, do físico e filósofo estadunidense Thomas

Samuel Kuhn [16]. Sendo considerada uma obra visionária no que diz respeito ao entendimento da ciência e de como suas estruturas operam, essa *Magnum opus* de Kuhn ainda assim é muito criticada e não aponta referências que indicam um caminho para uma possível verdade metodológica ou que, minimamente, demonstram uma exatidão do processo de pesquisa e investigação como um todo. E este, ao contrário do que parece se supor, é um fator relevante e importante no processo de apreensão do trabalho da ciência, sob perspectiva dialética. Como o próprio título demonstra, sua teoria indicava que a ciência é determinada por paradigmas, e paradigmas são mutáveis. Por isso das “revoluções” no processo dialético do conhecimento, apesar de alguns pesquisadores discordarem de Kuhn – como o cientista cognitivo Steven Pinker – quanto a isso [17]. Dessa forma, existiriam padrões de pesquisa específicos para cada momento, quando então esses modelos seriam suplantados por novas descobertas, sendo estas, frutos de um processo que geraria uma nova revolução científica, como podemos averiguar no que diz respeito ao entendimento da História da astronomia e dos estudos cosmológicos [18].

A ciência seria justamente esse processo confuso, sendo sensata e confiável justamente por admitir suas redescobertas e equívocos, mesmo que dentro de compreensões distintas sobre uma determina análise.

Sob outra perspectiva e de maneira a realizar uma análise mais diretiva, tal qual ficou conhecida como *racionalismo crítico*, o filósofo austro britânico Karl Raimund Popper exemplifica, em sua obra “A lógica da pesquisa científica”, que quaisquer teorias existentes na abrangência das ciências empíricas nunca poderão ser provadas em suas verdades, mas sim nas suas falsidades, também denominadas *falsificabilidades* ou *falseabilidades*, querendo dizer que é mais conveniente encontrar provas de que a teoria é falsa, do que insistir na tentativa de provar que a teoria em questão seja uma verdade [19].

Em meio a um processo de pesquisas científicas que utilizam um método dedutivo hipotético a indicar que toda ciência é conjectural, Popper traça um caminho distante do comumente estabelecido método indutivo, inferindo que, quanto mais testes e corroborações uma teoria adquire, mais ampla a próxima gama de testes deve ser, a fim de manter o que já foi corroborado até o momento e, para além disso, vencer os testes seguintes com níveis mais altos

de universalidade [20]. Assim como Steven Pinker discorda de muitas das apreensões elaboradas por Thomas Kuhn em sua obra clássica, o filósofo da ciência Paul Karl Feyerabend discorda veementemente desta perspectiva de racionalismo crítico de Popper [21].

Feyerabend desponta como um exemplo claramente avesso às teorias de Karl Popper, se aproximando mais com o pensamento de Thomas Kuhn mas, mesmo assim, tendo suas particularidades de ideias quando do processo em que critica o excesso de razão sobre os métodos científicos e, justamente por isso, acaba sendo considerado por alguns como uma espécie de anarquista da ciência.

Feyerabend indica que a ciência não poderia se fechar em um conceito restrito que seguisse metodologias tão estreitamente delineadoras como as que convencionalmente buscamos seguir na atualidade. A ciência também pode ser feita por não cientistas e, quando cientistas profissionalmente estabelecidos, determinadas teorias científicas podem ser refutadas por métodos e atitudes mais amplas e não convencionais, que ultrapassam a esfera do que se conhece por *razão*.

Cientistas são como arquitetos que constroem edifícios de diferentes tamanhos e diferentes formas, que podem ser avaliados somente *depois* do evento, isto é, só depois de terem concluído sua estrutura. Talvez ela fique em pé, talvez desabe – ninguém sabe [22].

Em síntese, Paul Feyerabend é a favor da ciência como inovação humana, mas é contrário às instituições e indivíduos que a utilizam para a propagação de suas próprias ideologias e, inclusive, como um meio para se obter pressão política. Toda regra científica pode ser violada a qualquer momento, o que implica na necessidade de condição de uma ciência “para todos”, que não seja dominada nem por áreas como a sociologia, nem por métodos como os de modelo mais restritivo.

Essas três visões sobre possíveis revoluções repentinas ou transições suaves na ciência e o que se pensa sobre a mesma em um nível epistemológico se aproximam muito da composição dialética existente sobre a

agroecologia no Brasil, em que alguns autores tratam do tema ora como um processo que poderá alterar drasticamente o entendimento do que é a agricultura, ora como transição que aos poucos será incorporada aos processos agrícolas já existentes, sendo que a identificação de uma agroecologia como ciência ou como parte desta acabou tornando-se também campo vasto de discussões.

Considerando o que foi exposto acerca da filosofia e história da ciência e agregando a esse pensamento o entendimento de complexidade que se tem sobre a concepção científica da agroecologia, observa-se que, para ambos os casos, faz-se necessária uma representação conceitual que guie o diálogo para um mesmo caminho.

As concepções estruturais sobre ser a agroecologia um movimento social ou uma prática agrícola, um processo de revolução científica com rupturas ou de transição com incorporações graduais para a agricultura mundial ainda podem existir e é até bom que existam, pois é sobre essa contestação, essa dialética e essas leituras paradigmáticas que a ciência costuma realizar as suas atividades. O problema talvez se inicie com maior predisposição à confusão, quando a metodologia e os processos do rigor científico escapam ao que se compreende como oficiais ou como comuns, na atualidade, e isso parece ocorrer em alguns casos. Como exemplo, podemos mencionar a homeopatia, que está presente nas agriculturas alternativas (e também na agricultura convencional) ou em atividades paralelas a elas, há décadas.

Produtos homeopáticos parecem ser amplamente utilizados como recursos efetivos na agricultura e na pecuária alternativas. Em uma das buscas de pesquisa utilizando a expressão “agricultura alternativa” foi encontrada uma matéria do jornal Correio de Notícias (Paraná) que, em edição de 1985, discorria sobre o 1º Encontro Municipal de Agricultura Alternativa e Homeopatia Animal, com cerca de 200 agricultores das regiões de Lapa e Contenda [23]. O evento, conforme consta no periódico, foi promovido pela antiga Acarpa/Emater, e é um mero exemplo da década de 1980 no Brasil, em meio a uma homeopatia que surgiu já na Alemanha do século XVIII, e chegou ao território brasileiro, como prática, no século XIX.

Em entrevista, a professora Irene Maria Cardoso comentou acerca da homeopatia do solo, algo muito recente na história do Brasil e desenvolvida

provavelmente por agricultores da região da Zona da Mata Mineira. Posteriormente, as práticas desses agricultores foram absorvidas por pesquisadores da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e, conforme cita a entrevistada, o professor Vicente Wagner Casali se tornou um dos principais a sistematizar os experimentos homeopáticos na agricultura, em laboratório [24].

Mesmo sendo um tema ainda controverso para o público em geral e desacreditado por grande parte dos cientistas e pelas pesquisas bem conduzidas, as quais referenciam o homeopático como um método terapêutico, e mesmo muitas vezes considerando este método ou especialização médica como sendo pseudocientífico, a agropecuária convencional também tem se valido desses produtos para alguns de seus estudos e relações comerciais, aproximando-se dos modelos alternativos de décadas passadas [25].

A análise sob enfoque de duas questões que caberiam neste ponto da pesquisa talvez fosse: 1) a agroecologia está ganhando espaço e se comprovando como validada para seu emprego em meio à comunidade científica geral? Ou 2) a agricultura convencional está se apropriando de tecnologias e sistematizações aceitas pesquisadas na agroecologia para conseguir manter a continuidade de sua superioridade como mais influente e financiada na indústria e na política?

É este um exemplo, portanto, de uma das dificuldades pelas quais a ciência agroecológica passa no que diz respeito ao que é alternativo e o que é científico, e se o primeiro poderia integrar o campo do segundo.

Como segundo exemplo complexo da interação do alternativo com o científico, temos a Agricultura Biodinâmica. De acordo com o site da Associação Biodinâmica, antigo “Centro Demeter”, as técnicas com compostos biodinâmicos

foram preparados por Rudolf Steiner, com base na Antroposofia, antes e durante o Curso Agrícola de 1924. Steiner afirma que “adubar consiste em vivificar a Terra” e com base nesta afirmação traz os preparados como sendo mediadores entre a Terra e o Cosmo [26].

Esses preparados podem ser considerados em alguns aspectos semelhantes aos homeopáticos, a considerar suas composições naturais e os métodos de fabricação e manejo descritos anteriormente, mas não são determinados pela teoria e prática da homeopatia médica citada. O nome *biodinâmico* indica que a atuação dos compostos, assim como no caso da homeopatia, se faz por meio de forças dinâmicas, e não da química nas suas composições. Alguns dos compostos indicam em suas descrições de funcionamento essa relação de forças cósmicas atuando conjuntamente ou predominantemente, apesar de muitos preparados conterem em suas misturas várias substâncias com atuação de ordem biológica, física e química, como esterco, casca de carvalho, churume, biofertilizantes e outros, que agem em processos de fermentação e decomposição. Um dos preparados é o “chifresílica”, indicado no texto da Associação com o código numérico “501”, e conhecido como “preparado da Luz”. De acordo com o excerto explicativo, ele atua “trazendo forças da periferia cósmica e intensificando a atuação da luz solar”. A explicação não validada pela ciência se apresenta quando ocorrem nas assertivas da Agricultura Biodinâmica os vocábulos *antroposofia*, *periferia cósmica* e, assim como no caso da homeopatia, determina que os resultados positivos dos experimentos são conferidos por forças dinâmicas (do Cosmo), e não necessariamente por reações químicas (do solo e dos próprios compostos).

Com base nas definições sobre a ciência, nas descrições sobre os métodos alternativos apresentados, e nas situações em que se tentou correlacionar um e outro para o entendimento da questão “o que é alternativo é científico?”, observou-se que há uma desarmonia no que diz respeito às concepções modernas sobre o que é científico e o que se demonstrou como alternativo nesta análise, caso da homeopatia e de algumas práticas da Agricultura Biodinâmica.

4. Agroecologia como ciência, movimento social e prática agrícola.

Em se tratando de agroecologia e de sua origem terminológica próxima ao ano 1930, a interdisciplinaridade se tornou consideravelmente importante na pesquisa para o entendimento do que seria esse alcance tão abrangente da área, que a considera como holística. As variações das esferas de estudos,

abrangências de conceitos, formas de percepção e vivência da agroecologia são inúmeras, e ainda se alteram conforme os países em que estão inseridas, o que justifica a importância de vários olhares sobre ela. Existem distinções peculiares em países como Alemanha, EUA, França e Brasil, em que alguns deles dispõem de mais estudos à pesquisa laboratorial enquanto outros dão mais sentido social e cultural aos grupos promotores da expansão da agroecologia nas comunidades [27].

Ao determinar referências advindas de pesquisadores da área, também se torna possível a identificação de uma gama de distinções como, por exemplo, a que norteia o entendimento do Engenheiro Agrônomo, Prof. Dr. Carlos Armênio Khatounian (ESALQ- SP), o qual discorda da afirmação de que a agroecologia seria uma nova ciência, justificando que

Se a agroecologia é uma nova ciência então eu não preciso estudar agronomia. (...) Ele [o estudante] precisa conhecer ciência do solo; ele precisa conhecer fisiologia vegetal; ele precisa conhecer entomologia; ele precisa conhecer fitopatologia. Tudo isso são áreas do conhecimento que acabam ficando incluídas na velha agronomia, mas se eu vou aprender a nova, eu não preciso aprender isso [28].

Enquanto o Prof. Khatounian referencia a agroecologia como uma abrangência da ciência agrícola possuidora de um foco mais técnico e biológico, o Engenheiro Agrônomo, Prof. Dr. Manoel Baltasar Baptista da Costa (UNIARA-SP) passa a indicá-la como ciência que leva em conta a questão social, além do técnico e do biológico, afirmando que

...nós estamos em um impasse ecológico, social e produtivo na agronomia. (...) Hoje as universidades estão começando a ter uma abertura pra ver essa dimensão, principalmente social e ecológica da agricultura. Na ciência convencional tem muita coisa que é de interesse comercial. (...) A agroecologia é uma coisa mais independente (...) que não tem vínculo com o capital [29].

O Prof. Baltasar resume suas considerações com o seguinte problema: como se fazer uma agricultura sem exclusão social?

Todavia, cabe salientar que os termos “ciência”, “movimento” e “prática” apresentados em conjunto com referência ao termo “agroecologia” aparentemente têm aumentado em um grande número de artigos nos últimos dez anos, desde o período aproximado em que Alexander Wezel *et al* publicaram um influente artigo, intitulado *Agroecology as a science, a movement and a practice: a review*.

No artigo em questão, analisa-se o surgimento do termo agroecologia, e como a partir disso ocorreram reinterpretações e ressignificações ao longo do tempo. Sobre essas confusões, reinterpretações e reconsiderações, Wezel *et al* realizam uma leitura separada e por regiões, partindo individualmente de cada uma das dimensões citadas no título de seu artigo. Nessa passagem do tempo, de 1928 a aproximadamente 1970 a agroecologia continuou com a definição majoritária de “ciência” ou “disciplina científica”, mas foi a partir da década de 70 em questão que ela gradualmente foi emergindo como movimento (muito possivelmente em resposta direta à Revolução Verde e ao movimento ecológico) e, próximo da década de 1980, começou a se configurar como um conjunto de práticas agrícolas [30].

Sendo uma disciplina científica de início e a considerar que possui métodos holísticos e atribuições interdisciplinares, era comum que ocorressem ramificações em suas formas de apreender conteúdos afins. Do seu foco em agricultura ecológica com uma abordagem sobre o campo, promoveu-se posteriormente o novo foco sobre o meio ambiente e a sustentabilidade, levando em um terceiro ponto ao estudo de técnicas para o desenvolvimento dos dois primeiros focos. Um dos exemplos brasileiros atuais é o próprio Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável da Universidade Federal da Fronteira Sul (Campus Laranjeiras do Sul – PR), a qual atribui em um mesmo nome de seu curso, as alcunhas históricas de disciplina científica de 1928-1970 e de incorporação da sustentabilidade.

A partir de 1990 o campo da pesquisa em agroecologia começou a se expandir consideravelmente, de acordo com os autores citados. É nesta mesma década que ela começa a despontar como programas oficiais de

universidades, e não apenas disciplinas ou subdisciplinas de cursos. Mas ainda com dificuldades para se legitimar, talvez devido a ausência de enfoque estatístico em muitos experimentos, o que dificulta a publicação de artigos em revistas com maior fator de impacto. No caso do artigo de Wezel *et al*, citam-se universidades dos EUA e da Europa. No Brasil em período posterior, poderíamos citar, por exemplo, o curso Técnico em Agroecologia da Escola Vinte e Cinco de Maio em Fraiburgo (SC) de 2005, e o curso Superior de Tecnologia em Agroecologia da Universidade Federal do Paraná (UFPR), de 2008 [31].

Além disso, houve um avanço nas políticas públicas no que diz respeito ao enfoque agroecológico quando do projeto da Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica, política que propeliaria o desenvolvimento de novos cursos e disciplinas [32].

Esse leque com definições de ciência, movimento e prática, levando a definições iniciais de ciência e alcançando a política governamental, tornou a agroecologia uma área que, sob análise da História Ambiental, pode ser vista entre o agroecossistema do campo até, posteriormente, os sistemas alimentares globais. Ou seja, podemos observar uma conexão entre áreas antagônicas ou mesmo paralelas de estudo, conforme mencionado no que diz respeito ao seu caráter holístico e interdisciplinar.

Abrindo possibilidades interdisciplinares para essas três interpretações, sendo ela um campo ainda em desenvolvimento e sabendo que ela continua a se expandir – por vezes ramificada em conceitos ou termos diferentes dos originais – acredita-se que a agroecologia possa se identificar, com base no problema apresentado neste capítulo, como uma ciência ou uma abrangência da ciência agrícola que serve de infraestrutura a inúmeros estudos acerca das transformações ambientais que podemos observar no mundo atual.

O alimento é algo imprescindível à sobrevivência do ser humano e, sendo assim, a agroecologia favorece a abertura de pesquisa sobre tudo o que concerne à produção, distribuição, conservação, comercialização e identificação desses alimentos, estando apta a responder questões múltiplas em relação a economia, às políticas públicas, ao desenvolvimento tecnológico, ao entendimento da vida cultural da agricultura familiar, aos processos biológicos de controle natural em policultivos, ao estudo técnico sobre

produção orgânica, às relações entrópicas energéticas para o alcance de níveis sustentáveis, à química no que concerne ao melhoramento de plantas vinculada a uma preservação da agrobiodiversidade e estudos específicos das propriedades de cada solo, à engenharia e agronomia no que diz respeito aos agroecossistemas e seus desenhos, às relações humanas no que concerne aos diálogos sobre o desenvolvimento rural e os respectivos caminhos a serem trilhados, dentre outros, levando-se em conta locais, costumes, história de cada país, assim como a natureza específica de cada região e suas interações ecológicas características.

Dessa forma, fica clara a importância da compreensão sobre a agroecologia ser uma ciência que recebe contribuições de várias áreas do conhecimento, desde as ciências humanas até as ciências naturais, incluindo nestas as ciências básicas e aplicadas [33].

5. A Agroecologia no período histórico mais recente: IBA, ABA, CBA, AS-PTA, ANA e Portal Brasil Agroecológico

Em suas diferentes configurações sociais e históricas, observa-se que a agroecologia possui definições distintas, a considerar agroecossistemas, sistemas e regimes alimentares, políticas públicas e disciplinas científicas. Instituições e organizações denotam à agroecologia condições conceituais distintas, variando conforme os propósitos e entendimentos dessas organizações e entidades, em que a referência primordial para a existência dos respectivos sites ora está voltada para a divulgação acadêmica e articulação de congressos, ora para movimentos sociais e desenvolvimento de políticas públicas.

Nos próximos parágrafos, serão relatados alguns dos levantamentos realizados em alguns sites que representam no período histórico mais recente grupos de pessoas em torno da Agroecologia no Brasil.

Conforme exposto em relação ao conhecimento científico e suas metodologias, a agroecologia por vezes abrange áreas que vão além do que se estipula como convencional, chegando ao “alternativo”, o que torna incitante a busca problemática pelos motivos que levam a essas peculiaridades. Em cada uma das referências propostas a seguir, buscou-se identificar ao menos em linhas gerais e conforme consta nos respectivos endereços eletrônicos, como

essas entidades compreendem a ciência no geral ou a ciência agroecológica em seu meio.

O objetivo deste subtítulo é manifestar complemento ao que foi proposto em assunto anterior, no que concerne ao antagonismo encontrado muitas vezes entre o que se diz como alternativo e o que se convencionou como científico. Iniciando pelo IBA e desenvolvendo as leituras sobre o que os sites dispõem até o portal do governo sobre agroecologia, obteve-se um panorama bem explanativo sobre o que cada uma dessas instituições entende por uma agroecologia sustentada por um cunho científico.

5.1. Instituto Brasileiro de Agroecologia (IBA)

O IBA foi fundado em 2018 e, na página inicial do site do instituto, a própria frase do slogan já deixa clara a identificação com o campo científico apesar de aparentemente contrariar com a prática convencional da agropecuária, o que não é comum de se ver em ambientes em que a agroecologia impera. A frase constante é “O nosso foco é científico e voltado para o Agronegócio profissional” [34].

Existem muitas maneiras de se discorrer sobre um mesmo tema no que concerne à agricultura e, no caso específico à agroecologia, então pode-se perceber que muitas das pessoas que sobrevivem do trabalho nas áreas rurais – por mais que o façam, a exemplo, em ambiente familiar, com produção orgânica e sem vínculos e amarras contratuais com as grandes marcas – tendem a se considerar como parte do agronegócio, pois são indivíduos que se compreendem como produtores agrícolas (agro) e que sobrevivem de suas trocas, compras e vendas nesse meio (negócio).

Com esta justificativa, surgiu uma pequena problemática sobre o slogan do Instituto Brasileiro de Agroecologia, tal qual se o mesmo determina um apoio ou trabalho conjunto com os ideais da agroecologia sobre os meios convencionais da prática comercial agrícola, ou se o próprio instituto se apercebeu da importância que o termo convencional parece denotar na sociedade como um todo, e acabou vinculando-o com o propósito de abrangência de público, procurando evitar confusões decorrentes da nomenclatura comentada.

O IBA possui em seu site algumas fotografias e textos explicativos referentes aos objetivos a que se propõe. Dentre as imagens, podemos ver a de uma máquina agrícola em meio a uma monocultura de tamanho considerável, o que remete à multiplicidade de ideias no que diz respeito aos entendimentos sobre o termo “agroecologia” como ciência do campo da complexidade, vide comparativamente orientação mais determinada por policultivos, a qual contraria o que se apresenta na fotografia em questão.

Dentre os objetivos propostos pelo instituto, consta como primeiro deles o de

promover a construção e o desenvolvimento de um novo modelo técnico-comercial para o agronegócio, compatível com os valores humanos e ambientais, e com os desejos da sociedade por mais saúde e qualidade de vida [35].

O diferencial representado pelo IBA se encontra na vinculação desse novo modelo ao agronegócio já existente, enquanto que por um outro lado, podemos comumente observar movimentos e disciplinas da agroecologia em defesa antagônica ao da agricultura convencional. Como missão, o instituto esclarece a busca para “viabilizar a implantação de sistemas agroecológicos de produção de alimentos em larga escala no Brasil (...)”, o que remete a uma das principais críticas que os defensores da agricultura convencional costumam dirigir à agroecologia, mesmo que de maneira equivocada: a de que a produção orgânica ou agroecológica não poderia ser feita em larga escala e, portanto, não seria capaz de alimentar o mundo [36]. Dessa forma e sob análise do objetivo e da missão identificados no site, pode-se ficar a par de como a agroecologia pode ser complexa e plural em seus valores e atribuições práticas, mas não por isso perde a característica de ser objetiva e precisa em muitas de suas atividades.

Sob uma perspectiva mais qualitativa de estudo do IBA, a caracterização científica se torna mais aparente quando da demonstração de projetos como o de contabilidade ambiental na produção de alimentos. Neste, o IBA realiza um registro anual (com duração de 10 anos) de parâmetros físicos, químicos e biológicos que apontem as consequências do sistema de produção utilizado.

Na avaliação, constam itens como degradação, intoxicação, recuperação e desintoxicação do agroecossistema avaliado ao longo do projeto.

Um outro projeto é mais específico na área de cuidados com os alimentos, no que diz respeito à adubação e respectivos retornos benéficos à saúde humana no posterior consumo de hortaliças, principalmente. O objetivo é a produção de alimentos nutricionalmente mais ricos, e o processo se dá por meio de, na prática, realizar um comparativo entre o sistema de adubação que já era utilizado convencionalmente pelo produtor *versus* uma adubação alternativa do instituto, composto por pós de rocha, compostos orgânicos e bioestimulantes. O pó de rocha tem sido uma alternativa interessante em muitas regiões, devido ao fato de que o solo brasileiro tende a apresentar dificuldade na oferta de fósforo, macronutriente essencial para o desenvolvimento das plantas.

Assim, obtemos deste projeto do instituto um contraste referencial entre a ciência agrícola convencional, detentora de fertilizantes altamente solúveis e de ação rápida para a agricultura convencional, e entre as rochas moídas determinadas como fertilizantes alternativos e de ação mais lenta.

5.2. Associação Brasileira de Agroecologia (ABA)

A ABA foi fundada em 2004, e realiza e apoia ações dedicadas à construção do conhecimento agroecológico, conforme especificado em seu site. A fim de ter um alcance maior nesse apoio, a associação possui Grupos de Trabalho (GT) que realizam atividades em nome da ABA, e são em número de oito: GT Agrotóxicos e Transgênicos; GT Campesinato e Soberania Alimentar; GT Construção do Conhecimento Agroecológico; GT Cultura e Comunicação; GT Educação em Agroecologia; GT Gênero; GT Juventudes e GT Saúde.

A agroecologia, para a ABA, é entendida como:

enfoque científico, teórico, prático e metodológico, com base em diversas áreas do conhecimento, que se propõe a estudar processos de desenvolvimento sob uma perspectiva ecológica e sociocultural e, a partir de um enfoque sistêmico (...) apoiar a

transição dos modelos convencionais de agricultura e de desenvolvimento rural para estilos de agricultura e de desenvolvimento rural sustentável [37].

De início, percebemos algumas peculiaridades em comparação com o Instituto Brasileiro de Agroecologia. Na ABA, o enfoque sobre a agroecologia se aproxima da conceituação condizente com o artigo de Alexander Wezel *et al*, sendo uma ciência, um movimento e uma prática. Isso pode ser observado justamente por meio dos Grupos de Trabalho relatados no site, os quais compõem uma variedade de temas que, dentro do estudo agroecológico, se interligam cobrindo a descrição final da ABA, tal qual “apoiar a transição dos modelos convencionais (...) para estilos de agricultura (...) sustentável.”

No IBA, há um foco mais tecnológico-comercial, com vistas ao desenvolvimento de uma agricultura ecológica potencialmente viável. Ambas desafiam-se com propostas que são deveras arrojadas e determinadas: ora buscando uma integração holística por meio de um caleidoscópio de informações, ora determinada sobre um eixo científico e prático destinado a aplicação de conhecimento para a tecnologia agrícola, essencialmente biológica e sustentada por uma esfera agrônômica de entendimento.

Com um enfoque mais voltado para o científico e acadêmico, a Associação Brasileira de Agroecologia desenvolve, desde 2006, a editoração da *Revista Brasileira de Agroecologia* [38], periódico online destinado à divulgação de trabalhos sobre agroecologia e áreas afins. Ainda conforme informações do site, em parceria com a Articulação Nacional de Agroecologia (ANA) a ABA mantém o *Agroecologia em Rede*, o qual se caracteriza como um canal público e que possui um cadastro de 730 experiências brasileiras e latino-americanas em agroecologia, além de 432 pesquisas. Além do *Agroecologia em Rede*, a ABA também desenvolve, a cada dois anos, o Congresso Brasileiro de Agroecologia (CBA), descrito mais adiante.

O aporte científico da ABA se situa, portanto, na publicação e divulgação de eventos que direcionem ações sobre a pesquisa em agroecologia. Isso é realizado de variadas formas, sob diferentes aspectos, como foi possível de ser observado propriamente por meio das divisões de suas atividades, pareamentos com outras entidades e seus GT's.

5.3. Congresso Brasileiro de Agroecologia (CBA)

O CBA iniciou suas atividades em 2003, um ano antes da fundação oficial da ABA, associação atualmente responsável pela realização dos congressos que ocorrem a cada dois anos. De início, o Congresso Brasileiro de Agroecologia possuía como foco um rol de atividades voltadas à valorização da agroecologia como ciência. Porém, atualmente se autodefine como um “verdadeiro espaço de diálogo entre os conhecimentos científicos e práticos”, tendo um direcionamento mais atencioso aos trabalhos envolvendo a agricultura familiar e camponesa [39].

A ciência, para o CBA, é compreendida como um diálogo de saberes, sendo a sua construção um processo coletivo apresentado na forma de desafio, por entenderem que esse diálogo científico engloba também ideias sobre a arte e a soberania dos povos, sendo que a edição mais recente do evento (realizada entre os dias 4 e 7 de novembro de 2019) foi intitulada *Ecologia de Saberes: Ciência, Cultura e Arte na Democratização dos Sistemas Agroalimentares*. O endereço eletrônico também indica ser o CBA um

catalisador de processos participativos e de amplo diálogo entre sociedade civil organizada, academia e poder público, em torno deste tema altamente estratégico [40].

Podemos identificar uma gradual mudança no foco do CBA quando comparamos as suas atividades com as atividades da ABA (não visando uma aproximação como sendo decorrente da outra, mas apenas um comparativo acerca da leitura científica e prática de ambas). A ABA divulga e realiza ações envolvendo a agroecologia como ciência, movimento social e prática agrícola. O CBA, iniciado um ano antes da fundação da ABA, era um meio divulgador da agroecologia como ciência. Isso pode ser observado até no documento que discorre sobre a organização, o histórico e o objetivo do primeiro congresso realizado, o qual explicita ser o CBA um espaço específico para apresentação de trabalhos científicos sobre Agroecologia, após uma série de eventos da Emater/RS de 1999 a 2002, que culminou com a criação do evento [41].

Posteriormente, o CBA foi incorporando outros elementos em seus lançamentos e, hoje, segue um modelo semelhante ao da Associação

Brasileira de Agroecologia, tal qual a divulgação e realização de trabalhos sobre a agroecologia como ciência, movimento e prática. A tabela a seguir sintetiza essa variação e multiplicidade temática, contendo os títulos dos eventos já realizados desde sua fundação, além da movimentação pautada sob as condições de participantes inscritos e trabalhos apresentados:

Tabela 1. Eventos do CBA e seus respectivos temas (2003-2019).

	TEMA	PARTICIPANTES INSCRITOS	TRABALHOS APRESENTADOS
I CBA (1) (2003) Porto Alegre (RS)	Conquistando a Soberania Alimentar	3.366	386
II CBA (2) (2004) Porto Alegre (RS)	-	3.021	439
III CBA (2005) Florianópolis (SC)	Sociedade construindo conhecimentos para a vida	2.500	513
IV CBA (2006) Belo Horizonte (MG)	Construindo Horizontes Sustentáveis	1.340	429
V CBA (2007) Guarapari (ES)	Agroecologia e Territórios Sustentáveis	1.505	436
VI CBA (3) (2009) Curitiba (PR)	Agricultura Familiar e Camponesa – experiências passadas e presentes construindo um futuro sustentável	4.000 (número aproximado)	1.086
VII CBA (2011) Fortaleza (CE)	Ética na Ciência: Agroecologia como paradigma para o desenvolvimento rural	-	-

VIII CBA (4) (2013) Porto Alegre (RS)	Cuidando da Saúde do Planeta	4.448	-
IX CBA (5) (2015) Belém (PA)	Diversidade e Soberania na Construção do Bem Viver	-	-
X CBA (6) (2017) Brasília (DF)	Agroecologia na Transformação dos Sistemas Agroalimentares na América Latina: Memórias, Saberes e Caminhos para o Bem Viver	5.534	1.900
XI CBA (2019) São Cristóvão (SE)	Ecologia de Saberes: Ciência, Cultura e Arte na Democratização dos Sistemas Agroalimentares	-	-

- (1) Evento conjunto: IV Seminário Internacional sobre Agroecologia;
- (2) Eventos conjuntos: V Seminário Internacional sobre Agroecologia e VI Seminário Estadual sobre Agroecologia;
- (3) Evento conjunto: II Congresso Latino Americano de Agroecologia (SOCLA);
- (4) Eventos conjuntos: XIII Seminário Estadual sobre Agroecologia, XII Seminário Internacional sobre Agroecologia e V Encontro Nacional de Grupos de Agroecologia;
- (5) Eventos conjuntos: IV Seminário Estadual de Agroecologia e VII Encontro Nacional de Grupos de Agroecologia;
- (6) Eventos conjuntos: VI Congresso Latino Americano de Agroecologia (SOCLA) e V Seminário de Agroecologia do Distrito Federal e Entorno.

Fonte: <https://aba-agroecologia.org.br/cba/>. Algumas referências não encontradas no endereço eletrônico desta fonte foram encontradas em sites paralelos aos do respectivo evento.

5.4. Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa (AS-PTA Agricultura Familiar e Agroecologia)

A AS-PTA Agricultura Familiar e Agroecologia é uma associação atuante desde 1983, com vistas a promover o desenvolvimento rural sustentável no Brasil. Do período de sua fundação até os dias atuais, predominantemente a associação desenvolveu atividades com redes da sociedade civil, articulando movimentos, eventos e ações que procuravam influenciar a “elaboração, implantação e monitoramento de políticas públicas”, conforme texto disponível no seu endereço eletrônico [42]. Digno de nota na atuação da entidade é a publicação do livro do agrônomo chileno e professor da Universidade da Califórnia, Miguel Altieri (“Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável”), que muito vem influenciando a disseminação das ideias e os contornos dessas ideias no campo agroecológico brasileiro [43].

Em se tratando de estratégias de trabalho, a AS-PTA desenvolve planos trienais, sendo que o mais antigo deles disponibilizado no site é o “Plano Trienal 1999-2001”, no qual consta registro sobre ser o Centro de Documentação (CD) da AS-PTA a “mais completa fonte nacional de referências sobre desenvolvimento rural sustentável e agroecologia” [44]. Em sua página 13, é possível perceber uma relação de conflito analisada pela instituição no que diz respeito a uma confusão no seio da Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Afirma-se existir uma dicotomia em discursos e programas em que se considera a “pesquisa para o agronegócio” uma oposição à “pesquisa social”, sendo que deveria existir uma análise muito mais ampla entre elas, sem necessitar da divisão entre uma visão econômica e uma visão sociocultural. Esse problema levantado implica diretamente no que a associação buscava no primeiro plano trienal como área de interesse científico e técnico, explicitando que

...para influenciar os pesquisadores (e o sistema de pesquisa) é inútil prender-se a um interminável debate de ideias no seio das instituições de pesquisa. Ao contrário, devemos trazê-los para o “nosso campo”, ou seja: sistematizar perguntas a serem colocadas à pesquisa e formular projetos em parceria para

responder a essas perguntas, discutindo a partir daí concepções sobre o papel da ciência e do conhecimento (...) [45].

Concernente a esses debates que deveriam ser trazidos para o meio de pesquisa, um de seus objetivos de longo prazo se apresenta no mesmo documento: uma integração de conhecimentos em agronomia e ciências afins para o paradigma agroecológico, se fazendo necessária uma alteração destas ciências “tanto ao nível técnico como universitário” [46].

Um complemento na forma de ação estratégica a essa possível alteração das ciências é encontrada no “Plano Trienal 2002-2004”, o qual referencia como um dos objetivos a “elaboração de um catálogo de instituições privadas e públicas de pesquisa e estudos nas áreas da ciência agrícola” [47]. No “Plano Trienal 2005-2007” consta registro de avanços no mundo acadêmico. Divulga-se que:

A pesquisa em agroecologia vem sendo assumida por um número cada vez maior de profissionais vinculados a instituições oficiais. Embora o paradigma agroecológico ainda não oriente explicitamente o enfoque e a organização institucional de empresas de pesquisa e universidades públicas, a multiplicação dessas iniciativas individuais ou de pequenos grupos é reveladora da existência de um movimento de transformação (...) [48].

No “Plano Trienal 2008-2010”, o resultado progressivo do trabalho da AS-PTA pode ser observado no âmbito do projeto de institucionalização da agroecologia na EMBRAPA, registrando-se em texto do plano que a associação esteve representada nesta empresa no Conselho Assessor Nacional Externo, de onde pôde realizar proposições no que se refere a diretrizes agroecológicas, com projetos de pesquisa de comunidades de agricultores familiares [49].

5.5. Articulação Nacional de Agroecologia (ANA)

É um espaço que une redes, movimentos sociais e organizações da sociedade civil brasileira com fins de fortalecer a agroecologia, a produção familiar e o desdobramento de ações sustentáveis para o desenvolvimento rural [50]. Foi constituída em 2002 e, de acordo com as informações do seu site atualizadas em 31 de julho de 2018, realizou quatro Encontros Nacionais de Agroecologia (ENAs), sendo que o mais recente deles, realizado em 2018, foi convocado por 47 redes, organizações e movimentos da sociedade civil, congregando participação de cerca de 3.000 pessoas. Os ENAs constituem a principal organização para discussão de estratégias políticas da Articulação Nacional de Agroecologia, sendo seu papel primordial o de construir “unidade política para incidência de diálogo entre o governo e a sociedade” [51]. Dessa forma, a principal determinação da ANA no campo agroecológico se apresenta como uma organização conjunta de ações voltadas para a política.

Na página inicial de seu endereço eletrônico, possui em seu menu horizontal fixo o item “Temas prioritários”. Levando o cursor do mouse por sobre este item, temos acesso aos links “Biodiversidade”, “Soberania e Segurança Alimentar”, “Financiamento”, “Mulheres e agroecologia”, “Políticas Públicas com enfoque agroecológico”, “Agroenergia e Agroecologia” e “Marco Legal de Financiamento Público às Organizações da Sociedade Civil”, o que já demonstra a amplitude de informações a qual temos acesso sobre uma mesma fonte.

Assim como a Associação Brasileira de Agroecologia, a ANA possui Grupos de Trabalho (GT), além dos denominados Coletivos, sendo esses dois, espaços de “intercâmbio de experiências e de formulação de propostas e negociação de políticas públicas”, e são ambos abertos a interessados para as suas composições. Estão ativos os GT’s “Biodiversidade” e “Mulheres e Ater” (Assistência Técnica e Extensão Rural), além dos Coletivos “Agricultura Urbana” e “Comunicadores”.

A ANA também possui um sistema público de informações online denominado “Agroecologia em Rede”, no qual é possível um indivíduo se cadastrar, ler e realizar comentários a respeito de práticas, grupos, reuniões, redes, informações e experiências relacionadas à Agroecologia. O AeR, como ficou conhecido, surgiu no ano 2000 em parceria com a AS-PTA e a

Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), tendo como atividade primordial o lançamento de boletins informativos de um projeto sobre plantas nativas do nordeste, e somente mais tarde migrando para o propósito mais amplo do AeR, de registro das experiências amplas em agroecologia.

5.6. Portal Brasil Agroecológico

Na busca por referências da agroecologia, optou-se pela escolha da última aqui listada como sendo representante governamental, vinculada a planos e projetos do Governo Federal e com suas bases institucionalizadas a partir de leis federais e, como portal *online*, fundado em 2017 [52].

Essa decisão se tornou pertinente a partir do momento em que se percebeu que é possível levantar uma relação de proximidade entre o IBA, a ABA, o CBA, a AS-PTA e a ANA, no que diz respeito às suas ações e projetos: muitos dos eventos realizados por uma das entidades descritas é apoiada por uma outra ou mais delas, sendo clara a relação de reciprocidade, auxílio e reconhecimento mesmo que com divergências de opiniões, mesmo que com eixos e objetos de estudos distintos, como no exemplo observado do IBA. Importante destacar que o trabalho conjunto realizado ao longo desses anos pelas entidades citadas e por outras que não foram elencadas para esta análise, foi responsável ou está sendo, direta ou indiretamente, por algumas mudanças configuradas dentro da esfera das políticas públicas e da produção acadêmica, como exemplo: na certificação de produtos orgânicos, nas políticas sobre a agricultura familiar, nas pesquisas sobre a redução de impacto negativo da agricultura na biosfera, no desenvolvimento de cursos técnicos e de ensino superior e publicações científicas na área de Agroecologia.

Em suma, tratar por último do Portal Brasil Agroecológico é praticamente tratar dos resultados da influência de atuação das cinco entidades anteriormente identificadas. De acordo com o seu próprio site:

o portal surge com o ideal de dar visibilidade aos avanços da Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica – Pnapo e ao Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica – Planapo, possibilitando a visualização dos resultados gerados no cotidiano da política. É um espaço de importante valor,

representação simbólica e afirmação da relevância quanto à continuidade de políticas públicas para a agroecologia e produção orgânica [53].

O PLANAPO em referência dá nome ao portal (o Plano é conhecido como “Brasil Agroecológico”) e foi elaborado e é executado pela Câmara Interministerial de Agroecologia e Produção Orgânica (CIAPO), a qual articula diferentes entidades do Poder Executivo Federal. A relação entre o governo e a sociedade civil se dá por meio da Comissão Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (CNAPO), desenvolvendo um espaço de discussões de onde se iniciam os planos de controle social do PLANAPO. A construção do portal, em si, partiu da Câmara (a CIAPO).

A CIAPO foi criada pelo Decreto nº 7.794, de 20 de agosto de 2012, o qual institui a PNAPO [54]. É integrada por 9 ministérios e 6 autarquias convidadas, sendo que, de acordo com o site, o então Ministério do Desenvolvimento Agrário exercia função de Secretaria-Executiva. Já a CNAPO é composta por 14 representantes da sociedade civil e 14 representantes advindos de órgãos do Governo Federal.

O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) publica as ações desenvolvidas pelas entidades vinculadas ao Portal Brasil Agroecológico, demonstrando em quais áreas, sob quais condições e quais dados quantitativos e qualitativos podem ser tomadas por meio dos programas e avanços em pesquisas desenvolvidas. Um dos principais documentos é a “Avaliação do Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica – Planapo 2016-2019”, o qual traduz as atividades mais recentes realizadas e a projeção futura de seus resultados por meio de linhas históricas e cronológicas [55].

As publicações sob modelos de cartilhas, documentos e outros envolvem questões pertinentes à agricultura familiar, comunidades indígenas, selo de qualidade para produtos orgânicos, projetos de plantio direto, cultivo orgânico de hortaliças, adubação organomineral, monitoramento de agrotóxicos na água, utilização de adubação verde, dentre outros.

A tabela a seguir resume as informações e direcionamentos relativos às instituições registradas até aqui. É pertinente a lembrança de que tais informações foram atribuídas com base na interpretação advinda de uma

leitura direta, a qual toma por base as informações estritamente contidas nos endereços eletrônicos das respectivas instituições, pesquisadas e revisadas em 2019 e 2020.

Tabela 2. Instituições e suas interpretações sobre a agroecologia.

INSTITUIÇÃO / FUNDAÇÃO	APRESENTAÇÃO	ATUAÇÃO E ENFOQUE DA AGROECOLOGIA
IBA – Instituto Brasileiro de Agroecologia / 2018	Foco científico voltado para o Agronegócio	Modelo técnico-comercial compatível com valores humanos e ambientais
ABA – Associação Brasileira de Agroecologia / 2004	Construção do conhecimento agroecológico	Enfoque teórico, prático e metodológico; perspectiva ecológica e sociocultural
CBA – Congresso Brasileiro de Agroecologia / 2003	Espaço de diálogo entre os conhecimentos científicos e práticos	De início, foco em pesquisas técnicas baseadas em projetos da Emater/RS. Hoje, diálogo de saberes que engloba a arte e conhecimento popular
AS-PTA – Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa / 1983	Desenvolvimento Rural Sustentável por meio de redes com a sociedade civil	Elaboração, monitoramento e implementação de políticas públicas
ANA – Articulação Nacional de Agroecologia / 2002	Encontros nacionais para discussão de estratégias políticas	Unidade política para incidência de diálogo entre o governo e a sociedade
Portal Brasil Agroecológico / 2017	Demonstração dos avanços da Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica	Representatividade simbólica sobre as políticas públicas para a agroecologia e a produção orgânica

6. Conclusão

O que se pode perceber por essa breve exposição é como a Agroecologia passou por uma transformação no que se refere ao seu entendimento desde a década de 1970 no Brasil, passando a se conectar a uma pauta mais ampla de reivindicações sociais e políticas, e com uma tendência de menor ligação com as correntes esotéricas de pensamento. A partir da década de 1990 é visível a institucionalização e a incorporação do ideal de uma agricultura mais sustentável nas agendas de ONGs, órgãos governamentais e nas próprias universidades. Ou seja, cada vez mais a Agroecologia vai deixando de ser o alternativo que era até a década de 1980, mas sendo incorporado na agenda da sustentabilidade, embora muitas vezes de uma forma apenas discursiva, sem o apoio necessário para a implantação efetiva em escala massiva. Pessoas emblemáticas da Agroecologia como José Lutzenberger e Ana Primavesi vão ficando para trás na história, mas muitos dos seus ideias continuam sendo estudados e refletidos nas práticas correntes. Há que se considerar que a própria agricultura convencional e seus defensores não passaram imunes por esses desenvolvimentos, considerando o avanço nas legislações de controles de agrotóxicos nos anos 80 e recomendações de práticas agrônômicas menos impactantes como o manejo integrado de pragas e o controle biológico. Acreditamos que o futuro da Agroecologia no Brasil nesse século XXI dependerá de um investimento e uma ênfase cada vez maior na pesquisa científica e na formação de técnicos aptos a trabalhar com os agricultores, buscando soluções que atendam as demandas de um país cada vez mais povoado e com papel importante no abastecimento alimentar mundial, mas que precisa cuidar urgentemente dos seus preciosos biomas e ainda contribuir no concerto de nações para a mitigação climática.

7. Referências

- [1] Pádua J.A. Herança romântica e ecologismo contemporâneo – Existe um vínculo histórico? *Herança Romântica. Varia História* 2005; 21(33): 58-75. <https://doi.org/10.1590/S0104-87752005000100004>.
- [2] Viola E.J. O movimento ecológico no Brasil (1974-1986): do ambientalismo à ecopolítica. *Revista Brasileira de Ciências Sociais* 1987; 1 (3): 1-21. http://anpocs.com/images/stories/RBCS/03/rbcs03_01.pdf.

- [3] Biblioteca Nacional Digital. <http://bndigital.bn.gov.br/hemeroteca-digital/>. Acesso em: 01 de fev. 2021.
- [4] Pararraios A. 1º Comício Cósmico do Planalto Central. Correio Brasiliense (DF), Brasília, 13/08/1983, Seção Viva Alternativa, p. 6. In: Biblioteca Nacional. Hemeroteca Digital da Biblioteca Nacional. <https://rebrand.ly/f6e84>. Acesso em: 01 de fev. 2021.
- [5] Biblioteca Nacional Digital. Hemeroteca Digital da Biblioteca Nacional. Ciências formula novas matérias. Diário do Paraná: Órgão dos Diários Associados (PR), Curitiba, 13/07/1974, Seção Local, p. 6. Disponível em: <https://rebrand.ly/t2mnl>. Acesso em: 11 de mar. 2021.
- [6] Biblioteca Nacional Digital. Governo copia e estimula a agricultura alternativa. Correio Braziliense (DF). Brasília, 01 de ago de 1985, Ed. 8157. <https://rebrand.ly/d8033>. (ocorrência 16/106). Acesso em: 11 de mar. 2021.
- [7] Biblioteca Nacional Digital. Pararraios, A. Valdo França: agricultura como alternativa de sobrevivência. Correio Braziliense (DF). Brasília, 07 de jan de 1983, Ed. 07254, Seção Viva Alternativa. Coluna Agronomia. <https://rebrand.ly/a8zve>. (ocorrência 3/106). Acesso em: 11 de mar. 2021.
- [8] Biblioteca Nacional Digital. Congresso discute a reforma agrária. Correio Braziliense (DF). Brasília, 30 de jul de 1985, Ed.8155. <https://rebrand.ly/9njez>. (ocorrência 15/106). Acesso em: 11 de mar. 2021.
- [9] Biblioteca Nacional Digital. Engenheiro quer agricultura sem sotaques. Correio de Notícias (PR). Curitiba, 23 de mar de 1985, Ed. 1125, p. 8, Seção Geral. <https://rebrand.ly/7zz0o>. (ocorrência 14/50). Acesso em: 11 de mar. 2021.
- [10] Biblioteca Nacional Digital. Terra Viva, programa do Banestado financia agricultura alternativa. Correio de Notícias: a serviço do Paraná (PR), 22/10/1991, A-3. <https://rebrand.ly/c49hs>. Acesso em: 11 de mar. 2021.
- [11] Kosseleck R. Estudos Históricos, Rio de Janeiro, 1992; 5 (10): 134-146. palestra transcrita, traduzida e editada por Manoel Luis Salgado Guimarães.
- [12] Delumeau J. História do Medo no Ocidente: 1300 – 1800. São Paulo: Companhia das Letras; 1989.
- [13] Greene W. Fotos: Peter Simon. Os Novos Alquimistas: vivendo em paz com a natureza – sem usar máquinas ou técnicas modernas. Jornal do Brasil (RJ). Rio de Janeiro, 1976, Ed. 185. p. 26-28. In: Biblioteca Nacional.

Hemeroteca Digital da Biblioteca Nacional. <https://rebrand.ly/53gd1>. Acesso em: 18 de fev. 2020.

[14] Barton G. *The Global History of Organic Farming*. United Kingdom: Oxford University Press; 2018. p.1.

[15] Navarro Z. *Agroecologia: as coisas em seu lugar (A agronomia brasileira visita a terra dos duendes)*. COLÓQUIO - Revista do Desenvolvimento Regional - Faccat – 2013; 10 (1) jan./jun.: 11-45. <https://doi.org/10.26767/coloquio.v10i1.23>.

[16] Kuhn T.S. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. São Paulo: Perspectiva; 2018.

[17] Pinker S. *O Novo Iluminismo: em defesa da razão, da ciência e do humanismo*. São Paulo: Companhia das Letras; 2018. p.463.

[18] Weinberg S. *Para explicar o mundo: a descoberta da ciência moderna*. São Paulo: Companhia das Letras; 2015.

[19] Popper K.R. *A Lógica da Pesquisa Científica*. 2 ed. São Paulo: Editora Cultrix; 2013.

[20] Idem. p.303- 304.

[21] Fereyabend P.K. *Contra o método*. 2 ed. São Paulo: Editora Unesp; 2011. p.60n e 195.

[22] Idem. p.21.

[23] Biblioteca Nacional. Hemeroteca Digital da Biblioteca Nacional. *Agricultura: práticas alternativas*. Correio de Notícias (PR), 09/04/1985. Seção Geral, p.13. Disponível em: <https://rebrand.ly/b9xlb0f>. Ocorrência 15/50 na Hemeroteca Digital. Acesso em: 18 de fev. 2020.

[24] Cardoso I.M. Entrevista concedida a Paulo Henrique Vailati. Laranjeiras do Sul – PR, 11 de Setembro de 2020.

[25] The Lancet. *The end of homeopathy*. The Lancet 2005; 366 (27) aug: 690. <https://rebrand.ly/7kul2>. Acesso em: 01 de fev. 2021.

[26] Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica (ABD). São Paulo. <https://biodinamica.org.br/2/preparados-biodinamicos>. Acesso em: 01 de fev. 2021.

[27] Wezel A. et al. *Agroecology as a Science, a Movement and a Practice*. A Review. *Agronomy for Sustainable Development* 2009. 29: 503–515. p.503. 10.1007/978-94-007-0394-0_3.

- [28] Khatounian C.A. Entrevista concedida a Paulo Henrique Vailati. Laranjeiras do Sul – PR, 22 de janeiro de 2020.
- [29] Costa M.B.B. da. Entrevista concedida a Paulo Henrique Vailati. Laranjeiras do Sul – PR, 28 de novembro de 2019.
- [30] Wezel A. et al. Ibid. p.3.
- [31] Balla J.V.Q, Massukado L.M., Pimentel V.C. Panorama dos cursos de agroecologia no Brasil. Revista Brasileira de Agroecologia 2014; 9(2):3-14. p.5. <http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/view/15589>.
- [32] Brasil. Decreto nº 7.794, de 20 de agosto de 2012. Institui a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica. Brasília, DF, ago 2012. <https://rebrand.ly/cd9hm>. Acesso em: 01 de fev. 2021.
- [33] Wezel A., Soldat V. A quantitative and qualitative historical analysis of the scientific discipline of agroecology. International Journal of Agricultural Sustainability 2009; 7(1):3-18. 10.3763/ijas.2009.0400.
- [34] Instituto Brasileiro de Agroecologia. <https://www.iba.agr.br/quem-somos/>. Acesso em: 01 de fev. 2021.
- [35] Idem.
- [36] Reganold J.P., Wachter J.M. Organic agriculture in the twenty-first century. Nature Plants 2016; Feb, 15221 (3):1-8. 10.1038/nplants.2015.221.
- [37] Associação Brasileira de Agroecologia. <https://aba-agroecologia.org.br/sobre-a-aba-agroecologia/sobre-a-aba/>. Acesso em: 01 de fev. 2021.
- [38] Revista Brasileira de Agroecologia. <https://rebrand.ly/km8yr>. Acesso em: 01 de fev. 2012.
- [39] Congresso Brasileiro de Agroecologia. <http://www.cbagroecologia.org.br/>. Acesso em: 02 de fev. 2021.
- [40] Disponível em: <https://aba-agroecologia.org.br/cba/>. Acesso em: 02 fev. 2021.
- [41] Organização, histórico e objetivo do I Congresso Brasileiro de Agroecologia. Porto Alegre, 2003. Revista Brasileira de Agroecologia 2003; 1(1), p. 4. <https://rebrand.ly/rllld6>. Acesso em: 02 de fev. 2021.
- [42] AS-PTA Agricultura Familiar e Agroecologia. <http://aspta.org.br/>. Acesso em: 02 de fev. 2021.

- [43] Altieri M. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Agropecuária; 2002.
- [44] AS-PTA Agricultura Familiar e Agroecologia. Plano Trienal 1999-2001. <http://aspta.org.br/files/2011/01/AS-PTA-Plano-Trienal-1999-2001.pdf>. p.19. Acesso em: 02 de fev. 2021.
- [45] Idem. p.13.
- [46] AS-PTA Agricultura Familiar e Agroecologia. Plano Trienal 1999-2001. p. 22 <http://aspta.org.br/files/2011/01/AS-PTA-Plano-Trienal-1999-2001.pdf>. Acesso em: 02 de fev. 2021.
- [47] AS-PTA Agricultura Familiar e Agroecologia. Plano Trienal 2002-2004. p. 64. <http://aspta.org.br/files/2011/01/AS-PTA-Plano-Trienal-2002-20041.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2021.
- [48] AS-PTA Agricultura Familiar e Agroecologia. Plano Trienal 2005-2007. p. 14. <http://aspta.org.br/files/2011/01/AS-PTA-Plano-Trienal-2005-2007.pdf>. Acesso em: 02 de fev. 2021.
- [49] AS-PTA Agricultura Familiar e Agroecologia. Plano Trienal 2008-2010. p.54. <http://aspta.org.br/files/2011/01/AS-PTA-Plano-Trienal-2008-2010.pdf>. Acesso em: 02 de fev. 2021.
- [50] Articulação Nacional de Agroecologia. <https://agroecologia.org.br/>. Acesso em: 02 de fev. 2021.
- [51] Disponível em: <https://agroecologia.org.br/o-que-e-a-ana/>. Acesso em: 02 de fev. 2021.
- [52] Portal Brasil Agroecológico. <http://agroecologia.gov.br/>. Acesso em: 02 de fev. 2021.
- [53] Disponível em: <http://www.agroecologia.gov.br/quem-somos>. Acesso em: 02 de fev. 2021.
- [54] Brasil. Decreto nº 7.794, de 20 de agosto de 2012. Institui a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica. Brasília, DF, 20 ago 2012. <https://rebrand.ly/cd9hm>. Acesso em: 02 de fev. 2021.
- [55] Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Avaliação do Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica – Planapo 2016-2019. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. Brasília. <https://rebrand.ly/p8ikt>. Acesso em: 02 de fev. 2021.

Autores

Paulo Henrique Vailati, Miguel Mundstock Xavier de Carvalho

Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Laranjeiras do Sul, Paraná, Brasil.

* Autor para correspondência: miguelmxdcarvalho@gmail.com

Certificação de produtos orgânicos no município de Nova Venécia-ES e suas externalidades positivas

Marina Pereira Ribeiro Sardinha, Maurício Novaes Souza, Ana Paula Candido Gabriel Berilli

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-991393-9-0.c4>

Resumo

No Brasil, assim como em todo o mundo, organismos internacionais como a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) e o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) brasileiro têm incentivado a prática da agricultura orgânica, dado seus benefícios econômicos, sociais e para a saúde dos indivíduos e do ambiente. No estado do Espírito Santo (ES), o marco legislativo da produção orgânica foi a lei nº 9.616/2011, que aborda a necessidade dos agricultores em certificar sua produção orgânica a fim de aumentar sua produção com regularidade de oferta e desenvolver uma marca ou selo que caracterize a produção orgânica. Neste sentido, o município de Nova Venécia tem um forte movimento ligado à agricultura orgânica: juntamente com parcerias institucionais, busca desenvolver e aprimorar a prática agroecológica no município. O objetivo geral deste trabalho foi abordar a normativa brasileira e capixaba relacionada à produção e certificação orgânica, associando a situação atual desse movimento no município de Nova Venécia. Foi possível concluir que a agricultura orgânica no município de Nova Venécia - ES tem apresentado forte tendência de crescimento, assim como em todo o Estado do Espírito Santo, tornando-se uma fonte de economia principalmente para os agricultores familiares, impactando positivamente na sua qualidade de vida, no meio ambiente e na saúde da população que consome os produtos orgânicos.

Palavras-chave: Agricultura orgânica, agroecologia, desenvolvimento regional sustentável, sustentabilidade.

1. Introdução

A história do surgimento da agricultura orgânica remete ao início do século XX, na Índia, a partir das observações dos agricultores indianos feitas por Albert Howard, um botânico inglês que documentou e publicou as técnicas védicas¹ indianas de agricultura sustentável. Após passar um período aprendendo com os agricultores indianos e conhecendo as pragas presentes no solo das terras desses produtores, Albert Howard convidou os professores Rudolf Steiner e Eve Balfour para aprofundarem o conhecimento das técnicas indianas antigas de agricultura orgânica [1].

Desde então, a agricultura orgânica tem-se tornado uma realidade em todo o mundo, principalmente na Europa, gerando benefícios econômicos, ambientais e para a saúde de sua população. Embora no Brasil a agricultura orgânica não tenha ainda a mesma expressividade que na Europa, nota-se uma crescente tendência de conversão do modelo de agricultura convencional para as práticas agroecológicas, em especial a agricultura orgânica [2] - fato corroborado pelo aumento do número de produtores orgânicos no Brasil nos últimos anos, sendo a expansão mais acentuada nos estados da região Sul [3].

As transformações que ocorrem no setor agrícola ao longo do tempo permitem um melhor entendimento do que é a agricultura orgânica. No Brasil, os principais documentos oficiais sobre a agricultura orgânica foram editados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), em especial a Instrução Normativa (IN) nº 7, de 17 de maio de 1999 [4], a Lei 10.831, de 23 de dezembro de 2003 [5], além da IN nº 46/2011 [6].

Atualmente, a expressão agricultura orgânica abrange todas as definições voltadas ao problema de desenvolver a agricultura de forma economicamente viável, socialmente justa e ambientalmente correta. A produção no Brasil, para ser considerada orgânica precisa atender aos vários requisitos estabelecidos pelas organizações internacionais e normativas brasileiras, obtendo assim a devida “certificação de produtos orgânicos”, uma exigência do mercado internacional e nacional, garantindo o acesso a determinados nichos de mercado e a idoneidade do produto para o consumidor [3, 7].

¹ Os Vedas são vistos como as escrituras sagradas associadas à religião hindu; porém, a natureza dos seus ensinamentos é totalmente diferente das outras escrituras religiosas popularmente conhecidas. De uma forma resumida pode-se dizer que eles são a espinha dorsal de toda a cultura hindu, também chamada de **tradição védica**.

A legislação brasileira estabelece três instrumentos de certificação para que os produtores possam ser reconhecidos como produtores orgânicos: certificação por auditoria (CA); organização participativa de avaliação da conformidade orgânica (OPAC); e organização de controle social (OCS) [8].

No Estado do Espírito Santo (ES), a lei nº 9.616/2011 é um marco importante para a agricultura capixaba, pois buscou incentivar a agroecologia e a agricultura orgânica na agricultura familiar no Estado. Com esta lei, os pequenos agricultores foram estimulados também a certificar sua produção orgânica, visando a ampliação da produção com regularidade de oferta, inclusive a desenvolver uma marca ou selo que caracterize a produção orgânica [9].

Neste contexto, o município de Nova Venécia tem se destacado no cenário capixaba da agricultura orgânica, com um forte movimento agroecológico, cujo marco foi a criação da Associação Veneciana de Agroecologia – Universo Orgânico, sendo um dos seus objetivos promover o controle de qualidade da produção orgânica de seus agricultores associados [10].

De acordo com esses mesmos autores, embora haja força nesse movimento agroecológico, apenas cinco (5) produtores associados estão certificados com o selo Orgânico Brasil. Os demais possuem a certificação fornecida pela própria associação, podendo comercializar seus produtos apenas nos espaços da própria associação, diretamente aos consumidores. Os produtos são de ótima qualidade; porém, carecem de rotulagem com mais informações sobre sua origem e de um selo que lhes permita expandir as opções de comercialização em diversos estabelecimentos, por exemplo, os supermercados, padarias e lojas de conveniências. Por estes motivos, torna-se necessário dar maior visibilidade à produção orgânica do município de Nova Venécia, ES, mediante ações que envolvam desde o mapeamento dos produtores até a elaboração de uma cartilha que os oriente a obtenção do selo Orgânico Brasil.

Assim, o objetivo do presente estudo é apresentar o estado da arte da certificação orgânica no município de Nova Venécia no Espírito Santo, visando fortalecer as ações das Associações de produtores orgânicos de Nova Venécia.

2. Referencial teórico

2.1. Produção orgânica e normativas

A mudança da agricultura convencional para modalidades de agricultura baseadas na sustentabilidade da produção e manutenção dos recursos naturais tem crescido significativamente em todo o mundo, inclusive no Brasil, principalmente com a prática da agricultura orgânica [11].

Internacionalmente, a legitimação da produção orgânica se iniciou em 1972 por meio da Federação Internacional dos Movimentos de Agricultura Orgânica (IFOAM). Esta mesma entidade, em 2008, definiu a produção orgânica como um sistema de produção que fornece vida aos solos, ecossistemas e seu agricultor, apoiada em processos ecológicos adaptados as variadas diversidades encontradas no local, substituindo a utilização de insumos com efeitos negativos ao ambiente [12].

No Brasil, as primeiras normativas orgânicas remetem aos da década de 1990, iniciando-se com a criação da Agenda 21 em 1992 pelo Foro Global de Organizações Não Governamentais e Movimentos Sociais - ECO 92, que estabeleceu estratégias de desenvolvimento sustentáveis como agricultura sustentável, segurança alimentar, recursos hídricos e pesqueiros com intuito de zelar pela qualidade do meio ambiente e alimentar [13].

Em 1994, o Ministério da Agricultura publicou a Portaria nº 178, que criou a comissão especial a fim de viabilizar normas de certificação para produtos orgânicos. Cinco anos depois, o mesmo ministério editou a Instrução Normativa (IN) nº 007/1999, que estabeleceu normas de produção, caracterização de tratamento, embalagem, distribuição identificação e principalmente certificação para produtos orgânicos oriundos de vegetais ou animais devido à crescente procura no comércio por produtos naturais, orgânicos e agroecológicos [14].

Desde então, outras normativas da produção orgânica brasileira foram publicadas, as quais estão listadas resumidamente no Quadro 1.

Quadro 1. Principais normas vigentes sobre produção orgânica no Brasil.

Norma	Objeto
Foro Global de Organizações Não Governamentais e Movimentos Sociais - ECO 92	Criou a Agenda 21
Portaria 178/1994 – Ministério da Saúde	Criou a comissão especial sobre normas de certificação para produtos orgânicos
Instrução Normativa nº 07/1999 – Ministério da Saúde	Estabeleceu normas de produção, caracterização de tratamento, embalagem, distribuição identificação e principalmente certificação para produtos orgânicos oriundos de vegetais ou animais.
Lei nº 10.831/2003	Criou conceitos sobre a produção orgânica e estabeleceu parâmetros em relação à certificação, inspeção e fiscalização.
Decreto nº 6.323/2007	Regulamentou a Lei nº 10.831 de 2003
Instrução Normativa nº 46/2011	Revogou a IN 64/2008 Marcou o início da fiscalização por meio da legislação brasileira (Lei nº 10.831) para todos os sistemas que se autointitulam "orgânicos" e usam o novo selo do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade Orgânica

Existe uma quantidade significativa de normas orgânicas produzidas por órgãos governamentais, por empresas privadas e também criadas de acordo com a realidade de cada região [15].

A legislação orgânica estabeleceu alguns requisitos que devem ser atendidos para uma determinada produção ser considerada orgânica. Dentre

eles estão a conversão da agricultura tradicional em orgânica, sem um período exato para a ocorrência de tal conversão, mas com um mínimo de 12 (doze) meses de manipulação das práticas orgânicas, para que assim o próximo ciclo das culturas anuais esteja em consonância orgânica [16]. Além disso, o produtor deverá elaborar um cronograma, no qual a primeira medida a ser adotada é a substituição do uso de defensivos químicos por biofertilizantes e pulverizações foliares [17]. Essa substituição não deve ser total para não estressar o solo.

Outro requisito importante é o plano de manejo da produção orgânica, o qual esclarece a forma como são produzidos os produtos orgânicos e se estão de acordo com a normativa orgânica brasileira. O plano de manejo deve especificar todas as condutas de produção, tanto no período pós como no de transição. Este plano também permite verificar se houve aumento ou manutenção da biodiversidade, assim como a melhoria dos indicadores de qualidade do solo e da água, e também averiguar como os resíduos produzidos na área foram manuseados igualmente no seu destino final, entre outros [16].

No Brasil, a função de habilitar as corporações certificadoras e gestoras da qualidade orgânica cabe ao Órgão Colegiado Nacional, que obriga essas corporações a permanecerem com a documentação dos produtores e dos produtos atualizada.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) estabelece o conjunto de regras e requisitos que devem ser cumpridos para cada tipo de produção orgânica: produção primária vegetal, produção primária animal, extrativismo sustentável, processamento de produtos de origem vegetal, processamento de produtos de origem animal, dentre outros. A produção orgânica deve atender toda a regulamentação técnica específica e legislação nacional vigente sobre o assunto, quando aplicável [18].

2.2. Produtos e subprodutos para o manejo da produção orgânica

Os produtos autorizados para o manejo da produção orgânica abrangem aqueles gerados na própria propriedade, livres de contaminantes. São exemplos os compostos orgânicos advindos de restos orgânicos, esterco (sólido ou líquido), restos de cultura como a palha do milho, adubação verde por meio do plantio de determinadas espécies de plantas, preferencialmente as

espécies que pertencem à família das leguminosas, gramíneas, crucíferas ou de cereais; os biofertilizantes obtidos a partir da fermentação anaeróbica de resíduos da lavoura ou dejetos de animais na produção de biogás; microrganismos benéficos ou enzimas, desde que não sejam OGM/transgênico [19].

Há ainda os produtos provenientes de fora do sistema de produção, que devem ser autorizados por uma certificadora. São exemplos os produtos vermicomposto, isto é, os compostos orgânicos provenientes da compostagem, realizada pelas minhocas, de restos orgânicos, o esterco composto ou esterco líquido, a biomassa vegetal (fermentação de óleos), alguns resíduos industriais tais como chifres, sangue, pó de osso, pelo e penas, tortas, vinhaça e semelhantes, como complementos da adubação. Incluem ainda as algas e derivados, e outros produtos de origem marinha; peixes e derivados; pó de rocha ou de serra, cascas e derivados, sem contaminação por conservantes; microrganismos, aminoácidos e enzimas, desde que não sejam OGM/transgênicos; cinzas e carvões vegetais; biofertilizantes; argilas ou ainda vermiculita; compostagem urbana, desde que não tenha uso direto nas plantas e solo, oriunda de coleta seletiva e comprovadamente livre de substâncias tóxicas; carbonato, como fonte de micronutrientes [19].

Quanto aos produtos e subprodutos autorizados para o manejo fitossanitário para a produção orgânica, devem ser mencionados aqueles utilizados como meios contra doenças fúngicas, por exemplo, o enxofre simples e suas preparações, a critério da certificadora; pó de pedra; um terço de sulfato de alumínio e dois terços de argila (caulim ou bentonita) em solução 1%. Além desses, há os sais de cobre, na fruticultura; própolis; cal hidratada, somente como fungicida; iodo; extratos de plantas; extratos de compostos e plantas; vermicomposto; calda bordalesa e calda sulfocálcica, a critério da certificadora; e homeopatia [19].

Contra as pragas podem ser utilizados os preparados viróticos, fúngicos e bacteriológicos, que sejam OGM/transgênicos (só com permissão específica da certificadora); extratos de insetos; extratos de plantas; emulsões oleosas (sem inseticidas químico-sintéticos); sabão de origem natural; pó de café; gelatina; pó de rocha; álcool etílico [19].

2.3. Os Órgãos Certificadores

A certificação orgânica pode ser feita por agências locais, internacionais ou por parcerias entre elas. Pode também ser realizada por grupos de pequenos produtores, desde que haja mecanismos internos de controle que sigam os padrões da agricultura orgânica. Nesses casos, é comum a comercialização da produção por intermédio de feiras de produtores e não há preocupação com exportação [8].

No Brasil, para funcionar legalmente, uma agência certificadora de produtos orgânicos deve se credenciar ao Ministério da Agricultura e seguir as normas vigentes quanto à forma como os produtos de origem orgânica são produzidos. Um aspecto importante que deve ser considerado é a reputação das agências certificadoras, pois denota persistência de seriedade na produção e de qualidade dos produtos [8].

Entre as certificadoras brasileiras com reputação elevada, destaca-se a Associação de Agricultura Orgânica (AAO) do estado de São Paulo, que desde sua criação vem trabalhando na elaboração de suas Normas Técnicas, as quais são sempre discutidas e aprovadas pelo Conselho Deliberativo da AAO e têm um caráter dinâmico, estando sujeitas a constantes reformulações visando seu aprimoramento. De acordo com essas normas, a certificação é realizada a partir de inspeções na propriedade do agricultor solicitante, feitas mediante questionário previamente elaborado abordando questões relativas aos temas tratados nas Normas. Uma vez certificado, o agricultor assina um contrato com a AAO, comprometendo-se a seguir estritamente as normas e fornecer todas as informações necessárias ao seu processo de acompanhamento periódico pela AAO [20].

Outra entidade certificadora no Brasil é o Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural (IBD), em Botucatu, São Paulo, que certifica produtos biodinâmicos e orgânicos, de acordo com as Diretrizes Biodinâmicas Internacionais e normas da IFOAM [20].

As associações de agricultura orgânica devem implantar sistemas de certificação de produtores e firmas, estabelecendo selos oficiais de Certificação ou de Garantia, cujas finalidades são fomentar as práticas de agricultura orgânica, estabelecer e promover uma marca de qualidade, e proteger os

agricultores, criadores, industriais e comerciantes de alimentos orgânicos e insumos naturais da ação de competidores desonestos [21].

Atualmente, no Brasil, há três tipos de certificações sendo realizadas Brasil [8]:

- a OCS, que é a participação chamada de participativa e controle social;
- a certificação por auditoria, que tem custo; e
- a OPAC, uma certificação solidária que necessita de três ou cinco institutos para se associarem.

2.4. Certificação por Auditoria (CA)

A certificação por auditoria é realizada por uma agência certificadora de natureza pública ou privada credenciada no Ministério da Agricultura. O produtor credenciado recebe um selo denominado SisOrg. Para emitir o certificado, a agência credenciadora realiza a avaliação de conformidade; ou seja, verifica se a produção orgânica atende aos procedimentos e aos critérios reconhecidos internacionalmente, além dos requisitos técnicos estabelecidos pela legislação brasileira. De acordo com o Decreto Presidencial nº 6.323/2007, os organismos credenciadores não poderão ser também responsáveis por procedimentos de fiscalização relacionados à produção orgânica [8].

Nesse tipo de certificação o organismo certificador não vinculado ao sistema de produção realiza uma atividade de controle externo junto às unidades de produção e, ou, comercialização demandantes pela certificação, a fim de avaliar e garantir sua conformidade em relação aos regulamentos técnicos estabelecidos pela legislação brasileira [8].

Dados do MAPA disponíveis em seu *site* mostram que atualmente no Brasil há treze (13) organismos credenciados (Quadro 2) a esse ministério e habilitados a realizar a CA [18].

Embora a CA seja desenvolvida com base nas normativas nacionais, o custo para o produtor é geralmente elevado, a depender de fatores como a taxa de inscrição, o tamanho da área a ser certificada, a elaboração de relatórios, as análises laboratoriais, visitas de inspeção e o acompanhamento e emissão do certificado [3].

Quadro 2. Certificadoras por auditoria credenciadas ao MAPA até maio de 2020.

Organismo	Email
Região Sudeste	
Instituto Chão Vivo de Avaliação da Conformidade – Santa Teresa/ES	atendimento@institutochaovivo.com.br
Instituto Mineiro de Agropecuária – Belo Horizonte/MG	gec@ima.mg.gov.br
IMO Control do Brasil Ltda – Alfenas/MG	imo@imocontrol.com.br
Savassi Certificação de Serviços Administrativos Ltda – Patrocínio/MG	certificacao@savassicertificadora.com.br
Instituto Nacional de Tecnologia – Rio de Janeiro/RJ	ocp@int.gov.br
IBD Certificações Ltda. – Botucatu/SP	ibd@ibd.com.br
WQS do Brasil Ltda. – Botuatu/SP	sgq@wqscert.com
Região Sul	
Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR) – Curitiba/PR	contato@tecpacert.com.br
IGCERT Serviços Administrativos Ltda./Genesis Certificações – IGCERT – Londrina/PR	flavianabim@igcert.com.br
Ecocert Brasil Certificadora Ltda. – Florianópolis/SC	ecocert.brasil@ecocert.com
Kiwa BCS Öko-Garantie do Brasil Ltda. – Florianópolis/SC	bcs.brazil@kiwa.de
Cugnier Certificadora – Itajaí/SC	dgg@cugnier.com
Região Centro-Oeste	
Agricontrol OIA Ltda. – Goiânia/GO	oiabrasil@oiabrasil.com.br

Fonte: MAPA [18].

2.5. Certificação por Organização de Controle Social (OCS)

A certificação por OCS é um mecanismo que possibilita aos agricultores comercializarem seus produtos orgânicos por intermédio da venda direta sem a necessidade de certificação. A garantia é atestada por uma OCS previamente cadastrada no Ministério da Agricultura ou em outro órgão fiscalizador federal, estadual ou distrital conveniado [8].

O Decreto Presidencial nº 6.323/2007 também definiu que os agricultores cujos produtos orgânicos são certificados por OCS terão de garantir a rastreabilidade de seus produtos e o livre acesso dos órgãos fiscalizadores e dos consumidores aos locais de produção e processamento. A OCS certificadora, por sua vez, para que possa realizar convênio com o Ministério da Agricultura, visando atuar no controle da venda direta sem certificação, deverá possuir em seus quadros servidores com poderes para atuar na fiscalização, capacitados para trabalhar com agricultura orgânica [8].

A OCS pode ser conformada por um grupo, associação, cooperativa ou consórcio, com ou sem personalidade jurídica, de agricultores familiares. No momento em que um produtor esteja vinculado a uma OCS e cumpra com os requisitos propostos, obtém a declaração de registro que garante ao consumidor um produto orgânico. Assim, o produtor pode vender de forma direta ao consumidor nas feiras de produtos orgânicos [3,8].

2.6. Certificação por Organismos Participativos da Avaliação de Conformidade Orgânica (OPAC)

De acordo com o MAPA, mediante a IN nº 19/2009, o Organismo Participativo de Avaliação da Conformidade (OPAC) é uma organização que assume a responsabilidade formal pelo conjunto de atividades desenvolvidas num Sistema Participativo de Garantia da Qualidade Orgânica (SPG), constituindo na sua estrutura organizacional uma Comissão de Avaliação e um Conselho de Recursos, ambos compostos por representantes dos membros de cada SPG [22].

Os OPAC se constituem em redes socioparticipativas em que a certificação dos produtores é baseada na ativa participação dos agentes envolvidos na produção de orgânicos (produtores, comercializadores,

transportadores, armazenadores, consumidores, técnicos e organizações públicas ou privadas). Os sistemas são construídos com base na confiança, em redes sociais e na troca de conhecimento, permitindo aos agricultores debater, trocar experiências e fazer sugestões a seus pares, assegurando-lhes sua participação e inclusão no processo [8].

A discussão aberta em relação às normas e aos procedimentos da rede garante a transparência da certificação participativa; da mesma forma, gerenciando a discussão sem atores externos para sua regulação, os produtores ganham cada vez mais autonomia [3].

Dados dos MAPAs mostram que até maio de 2020 havia vinte e oito (28) OPAC credenciadas nesse ministério (Quadro 3).

Quadro 3. OPAC cadastradas no MAPA até maio de 2020.

OPAC	Site ou email
Região Sudeste	
Associação de Agricultura Natural de Campinas e Região (ANC) - Campinas/SP	www.anc.org.br
Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica (ABD) - Botucatu/SP	www.biodinamica.org.br
Associação dos Agricultores Biológicos do Estado do Rio de Janeiro (ABIO) - Rio de Janeiro/RJ	cbr.abio@hotmail.com
Central de Associações de Produtores Orgânicos Sul de Minas – (Orgânicos Sul de Minas) - Inconfidentes/MG	www.organicossuldeminas.org.br
Associação Brota Cerrado Serra da Canastra de Certificação Participativa Sacramento/MG	opacbrotacerrado@gmail.com
Orgânicos Jequitinhonha – Associação dos Agricultores Familiares Feirantes de Turmalina -Turmalina/MG	spgorganicosjequi@gmail.com
Região Sul	
Associação Ecovida de Certificação	ecovida@ecovida.org.br

Participativa - Três Cachoeiras/RS	
Associação OPAC Litoral Norte - Itati/RS	emitati@emater.tcche.br
Associação dos Produtores da Rede Agroecológica Metropolitana (Rama) - Porto Alegre/RS	rosanedemarco@gmail.com
Cooperativa Central dos Assentamentos do Rio Grande do Sul Ltda. (COCEARGS) - Porto Alegre/RS	coceargssicorganico@yahoo.com.br
Associação de Agricultura Biodinâmica do Sul (ABD-Sul) -Florianópolis/SC	www.abdsul.org.br
Rota Caminho dos Canyons - Jacinto Machado/SC	
Região Centro-Oeste	
OPAC – Cerrado / Sindicato dos Produtores Orgânicos do DF (SINDIORGÂNICOS/DF) - Brasília/DF	www.sindiorganico.com.br
Associação Terra Indígena do Xingu (ATIX) - Brasília/DF	ana.mello@funai.gov.br
Associação de Agricultura Ecológica (OPAC AGE) - Brasília/DF	agedf@gmail.com
Centro de Desenvolvimento Agroecológico do Cerrado (CEDAC) - Goiânia/GO	www.cedac-ong.org.br
Associação de Produtores Orgânicos do Mato Grosso do Sul (APOMS) - Glória de Dourados/MS	apoms-ms@hotmail.com
Região Nordeste	
Associação Povos da Mata de Certificação Participativa – Rede Povos da Mata - Uruçuca/BA	opacpovosdamata@gmail.com
Associação de Certificação Participativa Agroecológica (ACEPA) - Quixeramobim/CE	acepasertaocentral@hotmail.com
Associação Agroecológica de Certificação Participativa dos Inhamuns/Crateús	acepiopac@yahoo.com.br

(ACEPI) - Crateús/CE	
Rede Borborema de Agroecologia - Itabaiana /PB	rederba@yahoo.com.br
Associação de Certificação Participativa dos Produtores Agroecológicos do Cariri Paraibano (ACEPAC) - Prata/PB	pbacepac@gmail.com
Associação dos Agricultores e Agricultoras Agroecológicos do Araripe (ECOARARIPE) - Ouricuri/PE	ecoararipe@yahoo.com.br
Associação dos Produtores Agroecológicos do Semiárido Piauiense (APASPI) - São Raimundo Nonato/PI	apaspi.opac@hotmail.com
Associação de Certificação Orgânica Participativa do Sertão do Apodi (ACOPASA) - Apodi/RN	acopasa.rn@gmail.com
Associação de Comercialização Solidária Xique-Xique - Mossoró/RN	redexiquexique@gmail.com
Associação Plantar para a Vida de Certificação Participativa - Indiaroba/SE	
Região Norte	
Associação Maniva de Certificação Participativa (OPAC MANIVA) - Manaus/AM	opacmaniva@gmail.com

Fonte: MAPA [18].

2.7. A certificação da Produção Orgânica no ES

A lei nº 9.616/2011 editada pelo governo do Estado do Espírito é considerada uma referência para a agricultura capixaba, com seus diversos incentivos à agroecologia e a prática da agricultura orgânica capixaba. O processo de certificação orgânica dos pequenos agricultores, em especial aqueles que praticam a Agricultura Familiar, é um dos pontos relevantes dessa normativa, que tem como algumas das metas a ampliação da produção com regularidade de oferta e o desenvolver de uma marca ou selo caracterizando a produção orgânica [9].

Dados recentes do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) indicam que no Espírito Santo há trezentos (300) produtores rurais com certificação orgânica. Cerca de mil e trezentos (1.300) não utilizam agroquímicos nas lavouras, e outros trezentos (300) estão em fase de transição, deixando o cultivo tradicional e adotando as práticas agroecológicas [23].

2.8. A Certificação do Município de Nova Venécia

Nova Venécia, município localizado na região noroeste do estado do Espírito Santo, é a segunda maior produtora natural deste estado, gerando os mais variados produtos, principalmente vegetais, café e frutas. Quase a totalidade desses produtos serve para o abastecimento próprio e, ou, de algumas cidades vizinhas, tais como Vila Pavão, Boa Esperança e Pinheiros [24].

Segundo o Censo Agropecuário realizado em 2017, a estrutura fundiária de Nova Venécia retrata o predomínio das pequenas propriedades, destacando-se a predominância da Agricultura Familiar, que compreende aproximadamente 79% dos estabelecimentos agrícolas do município [24].

Recentemente, tem-se destacado em Nova Venécia o surgimento de agroindústrias de produtos elaborados a partir do que os produtores cultivam na propriedade, sendo uma aposta relevante para a economia municipal e regional. O município possui nos dias atuais uma movimentação econômica bastante importante, além de ter uma produção em média de dez (10) mil toneladas de alimentos que são consumidos na própria região [10].

Um marco importante para a agroecologia veneciana e da região foi a criação da Associação Veneciana de Agroecologia - Universo Orgânico, em 2010, com seis ou sete associados, produtores orgânicos, que sentiram a necessidade de se organizarem para compartilhar suas experiências exitosas visando aumentar, qualificar e comercializar os produtos de suas propriedades rurais. De acordo com o artigo 4º do estatuto dessa Organização de Controle Social (OCS), o objetivo geral da Associação Veneciana de Agroecologia - Universo Orgânico é:

“[...] trabalhar com todas as amadas sociais, para o desenvolvimento e prática da Agricultura Agroecológica que tem como meta o não uso de agroquímicos, que preserve e recupere a capacidade produtiva dos solos, não agrida o ambiente e produza alimentos de alto valor biológico, saudáveis, equilibrados e sem contaminação, acessíveis a todos os níveis sociais.” [25].

Para atingir seus objetivos, dentre as muitas ações elencadas no artigo 5º do referido estatuto dessa OCS estão colaborar com a organização da produção e do consumo, cadastrar pessoas e entidades, promover o controle de qualidade dos produtos, entre outras atividades [25].

A associação tem sido uma grande incentivadora do processo de produção orgânica em Nova Venécia, juntamente com as parcerias constituídas com o Incaper, o Instituto Federal do Espírito Santo (IFES, campus Nova Venécia), Prefeitura Municipal e o Banco do Nordeste. Essas instituições tem apoiado com projetos ou canalizando recursos para o surgimento e crescimento das agroindústrias de orgânicos [10].

Atualmente, a Associação Veneciana de Agroecologia - Universo Orgânico possui cerca de trinta e oito (38) produtores orgânicos associados, dos quais trinta (30) são certificados e oito (8) estão em processo de certificação, todos cultivando e comercializando os mais variados produtos de forma orgânica [10].

No município, cinco (5) produtores orgânicos obtiveram a certificação por auditoria, dando-lhes o direito de usar nos rótulos de seus produtos o selo ‘Produto Orgânico Brasil’. A lista desses produtores está apresentada no Quadro 4.

Quadro 4. Produtores orgânicos de Nova Venécia – ES habilitados a usar o selo Orgânico Brasil.

Propriedade	Produtor(es)	Certificação	Marca comercial
Sítio Aliança	Adenilson Rodrigues da Silva	2 OCS Produto Orgânico Brasil	Dallas
Sítio Floresta	Pedro Paulo Colonna	2 OCS Produto Orgânico Brasil	Produtos Colonna
Sítio São Lucas	José Luiz Pilon	2 OCS Produto Orgânico Brasil	São Lucas
Sítio Pedra do Presidente	Primo Dalmasio	2 OCS Produto Orgânico Brasil	-
Sítio Sombra da Gameleira	José Moseis Ester Oliozi Marré	2 OCS Produto Orgânico Brasil	

Fonte: Figueiredo [25].

A certificação por auditoria obtida pelos produtores listados no Quadro 4 foi emitida pela única entidade habilitada para tal finalidade no Estado do Espírito Santo: o Instituto Chão Vivo (ICV) de Avaliação da Conformidade. Situada no município de Santa Teresa, o ICV é uma entidade civil, de direito privado, sem fins lucrativos, nos moldes da legislação vigente, com personalidade jurídica autônoma e prazo de duração ilimitado, inscrita no Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica – CNPJ nº. 13.006.147/0001-30. Esta entidade possui um Conselho Diretivo que conduz todo o processo de avaliação da conformidade, permitindo a participação de vários atores interessados em agroecologia, inclusive consumidores, pesquisadores, produtores, técnicos e outros interessados no desenvolvimento da agricultura de base ecológica [26].

Segundo o próprio ICV, sua política de qualidade envolve várias ações, dentre as quais destacam-se:

- [...] • Melhorar, de forma continuada, o atendimento aos clientes, por meio da melhoria da gestão do processo de certificação e profissionalização do seu quadro executivo;
- Facilitar o acesso dos produtos certificados pelo INSTITUTO CHÃO VIVO-ICV aos diferentes canais de comercialização por meio de acordos de reconhecimento da sua certificação nos principais mercados mundiais;
- Atender às necessidades de certificação dos produtores e dos consumidores pela ampliação do seu escopo de certificação de produtos, processos e sistemas; [...]"

2.9. Passos para a obtenção da certificação orgânica

Para o produtor rural obter a certificação de produção orgânica, o Fluxograma apresentado na Figura 1 aponta os passos a serem seguidos.

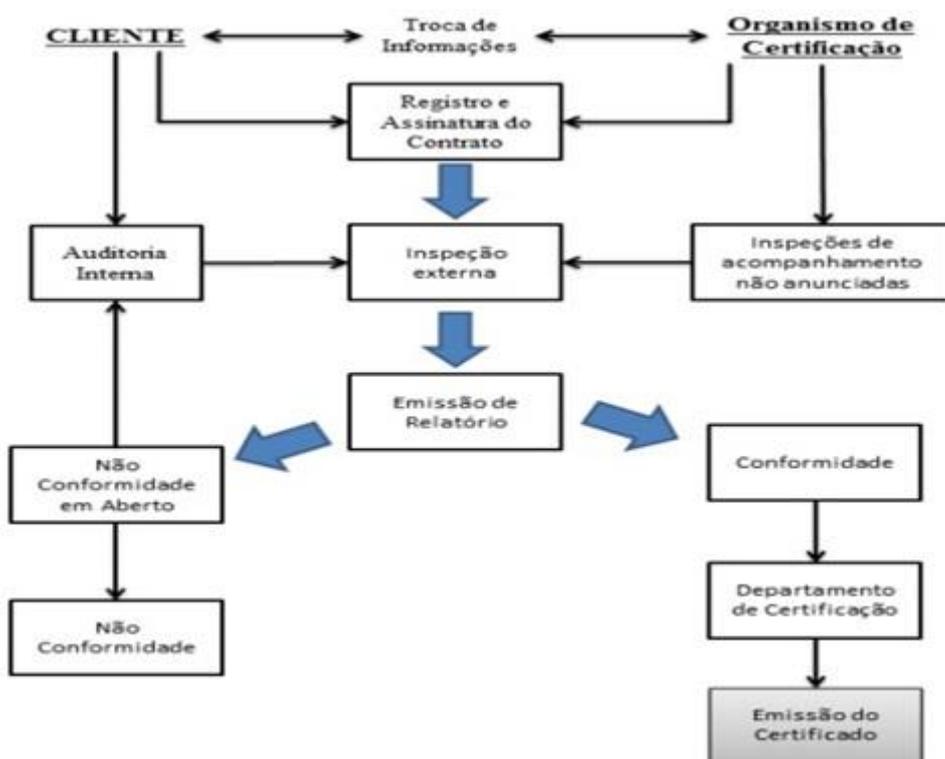


Figura 1. Fluxograma do Processo de Certificação

Fonte: VITAL [27].

2.10. Rotulagem do alimento orgânico

A rotulagem do alimento orgânico deve seguir as mesmas exigências de rotulagem dos alimentos em geral, além das disposições da Instrução Normativa 16/2004 do Ministério da Agricultura. O rótulo deve exibir a denominação de venda, a lista de ingredientes que compõem o alimento orgânico, a quantidade (peso líquido ou conteúdo líquido), a identificação da origem (nome e endereço do fabricante ou apenas o CNPJ do fornecedor, a identificação do lote, o prazo de validade, as instruções sobre o preparo e uso do alimento, a advertência aos consumidores portadores de intolerância a um ou mais ingredientes do alimento orgânico, a finalidade especial dos alimentos, selos de Inspeção, as condições especiais de conservação de alguns alimentos, além das informações nutricionais.

3. Conclusão

Baseado nas informações aqui apresentadas, pode-se concluir que a agricultura orgânica no município de Nova Venécia - ES tem apresentado forte tendência de crescimento, assim como em todo o Estado do Espírito Santo, tornando-se uma fonte de economia principalmente para os agricultores familiares, impactando positivamente na sua qualidade de vida, no meio ambiente e na saúde da população que consome os produtos orgânicos.

No município de Nova Venécia, onde há um intenso e forte movimento de agricultura orgânica, mas apenas cinco (5) produtores têm o selo “Produto Orgânico Brasil”, obtido por meio de certificação por auditoria via a entidade certificadora Instituto Chão Vivo. Os demais produtores agroecológico/orgânicos associados à Associação Veneciana de Agroecologia - Universo Orgânico possuem a certificação OCS.

É necessário criar medidas que incentivem os demais produtores orgânicos de Nova Venécia a seguir o passo a passo do processo de certificação de conformidade de sua produção orgânica e posterior obtenção do selo “Produto Orgânico do Brasil”, o que lhes facilitará o acesso de seus produtos certificados aos diferentes canais de comercialização, inclusive os mercados mundiais.

4. Referências

- [1] Howard L.E. Sir Albert Howard in India. London: Faber & Faber. 1953. Cap. 1. Disponível em: <http://ps-survival.com/PS/Crops/On_Food_Crops_Sir_Albert_Howard_In_India_1910.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2021.
- [2] Mazzoleni E.M., Nogueira J.M. Agricultura orgânica: características básicas do seu produtor. Revista de Economia e Sociologia Rural 2006; 44(2): 263-293. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032006000200006>.
- [3] Galhardo L.R., Silva L.F.S., Lima A.S.F. Produtores orgânicos no Brasil e seus organismos certificadores. Ciência, Tecnologia & Ambiente 2018; 8(1): 37-45. <https://doi.org/10.4322/2359-6643.08105>.
- [4] BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 7, de 17 de maio de 1999. Estabelece as normas de produção, tipificação, processamento, envase, distribuição, identificação e de certificação da qualidade para os produtos orgânicos de origem vegetal e animal. 1999. Disponível em: <http://www.agroecologia.gov.br/sites/default/files/publicacoes/IN%20007.pdf>. Acesso em: 06 abr. 2021.
- [5] BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Lei Nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Diário Oficial da União, Brasília, 2003, Seção 1, Página 8. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/legislacao/portugues/lei-no-10-831-de-23-de-dezembro-de-2003.pdf/view>. Acesso em: 18 abr. 2021.
- [6] BRASIL. Instrução Normativa nº 46, de 06 de outubro de 2011. Lei nº 10831, de 23 de dezembro de 2003. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 06 Outubro. 2011. Seção 1, p. 8.a. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/legislacao/portugues/instrucao-normativa-no-46-de-06-de-outubro-de-2011-producao-vegetal-e-animal-regulada-pela-in-17-2014.pdf/view>. Acesso em: 18 abr. 2021
- [7] Silva J.M.V.O., Souza M.N., Zampiere F.G., Fornazier M.L. Legislação para a produção de orgânicos. In: 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, Mauricius: Novas Edições

Acadêmicas; 2021. 23-26 p.

[8] BRASIL. Presidência da República. Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Decreto Nº 6.323, de 27 de dezembro de 2007. Regulamenta a Lei no 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 2007. Seção 1, Páginas 2 a 8. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6323.htm>. Acesso em: 20 jan. 2021.

[9] ESPÍRITO SANTO. Incentiva a agroecologia e a agricultura orgânica na agricultura familiar no Estado e dá outras providências. Lei nº 9.616, de 05 de janeiro de 2011. Disponível em: <http://www3.al.es.gov.br/Arquivo/Documents/legislacao/html/LEI96162011.html>. Acesso em: 06 abr. 2021.

[10] Ronquetti R. Agroindústria orgânica é a aposta para produtores de Nova Venécia (ES). Conexão SAFRA. 25 de setembro de 2020. Disponível em: <https://www.safraes.com.br/organicos/agroindustria-organica-aposta-produtores-nova-venecia-es>. Acesso em: 07 abr. 2021.

[11] De Aquino A.M., De Assis R.L. Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. Brasília, DF. Embrapa Informação tecnológica, 2005.

[12] IFOAM - International Federation of Organic Agriculture Movements. e FiBL - Research Institute of Organic Agriculture. Organic world.Global organic farming statistics and news. Data tables FiBL-IFOAM, 2014. Disponível em: <https://ciorganicos.com.br/biblioteca/ifoam-normas-para-a-producao-organica-e-processamento/>. Acesso em: 13 dez. 2018.

[13] Pessoa M.C.P.Y., Silva A. De S., Camargo C.P. Qualidade e Certificação de Produtos Agropecuários. Brasília. Embrapa Informação Tecnológica, 2002, 188 p.

[14] Silva A.F. Perfil sensorial da bebida de café (*Coffea arabica* L.) orgânico. Tese Doutorado Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. UFV: Viçosa, Minas Gerais. Brasil, 2003. 112 p.

[15] IFOAM - International Federation of Organic Agriculture Movements. Documento de Política IFOAM: Cómo los gobiernos pueden apoyar a los Sistemas Participativos de Garantía (SPG). Argentina, 2010.

- [16] BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Caderno do plano de manejo orgânico/ Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria do desenvolvimento agropecuário e extrativismo. Brasília: MAPA/ACS, 2011. 56p.b.
- [17] Azevedo M., Lima P., Spíndola J., Moura W. Conversão de cafés convencionais em orgânicos. Informe Agropecuário, Café Orgânico. Belo Horizonte 2002; 23(214/215): 53-61.
- [18] MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Obter Certificação de Produtos Orgânicos - Produção Primária Vegetal (PPV). 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/servicos/obter-certificacao-de-produtos-organicos-producao-primaria-vegetal>>. Acesso em: 27 fev. 2021.
- [19] BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 64, de 18 de dezembro de 2008. Diário Oficial da União. Brasília, 2008. Seção 1, Páginas 21 a 26. Disponível em: <<http://www.organicnet.com.br/midia/pdf/in-64-08.pdf>>. Acesso em: 26 fev. 2021.
- [20] Vila Verde E.L.N. Cesto orgânico: Um projeto piloto na web que aproxima produtores e consumidores de orgânicos. Relatório técnico-científico apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias, Comunicação e Educação da Universidade Federal de Uberlândia. 2018. 66 p.
- [21] Carvalho Júnior L.C., Hauffe P. Motivações para a certificação na produção de alimentos orgânicos no estado de Santa Catarina. Revista Cadernos de Economia, Chapecó 2013; 17(32): 40-51. <https://doi.org/10.46699/rce.v17i32.1650>.
- [22] MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 19 de 28 de Maio de 2009 (mecanismos de controle e formas de organização). Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/legislacao/portugues/instrucao-normativa-no-19-de-28-de-maio-de-2009-mecanismos-de-controle-e-formas-de-organizacao.pdf/view>> . Acesso em: 25 fev. 2021.
- [23] INCAPER. Instituto De Pesquisa Capixaba, Assistência Técnica E Extensão Rural. Programa de assistência técnica e extensão rural Proater 2020 a 2023: Nova Venécia. Vitória. 2020. Disponível em:

https://incaper.es.gov.br/media/incaper/proater/municipios/Nova_Venecia.pdf.

Acesso em: 12 mar. 2021.

[24] IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário de 2017. Disponível em:

<<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censoagropecuario/censo-agropecuario-2017>>. Acesso em: 20 jan. 2021.

[25] Figueiredo A.M.N. Sebrae. Relatório Final MKT. Consultoria de marketing e vendas: associação veneciana de agroecologia universo orgânico. Demanda GCM 3355/2020. Nova Venécia. 2020, p. 3.

[26] Instituto Chão Vivo (ICV). Site da Entidade. Disponível em: <<http://www.institutochaovivo.com.br/>>. Acesso em: 03 mar. 2021.

[27] Vital P.K.R. Análise do PCCC em uma empresa viticultora do Vale do São Francisco para renovação da certificação GLOBAL. G.A.P. 2015. 151 p.. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Vale do São Francisco

Autores

Marina Pereira Ribeiro Sardinha, Maurício Novaes Souza*, Ana Paula Candido Gabriel Berilli

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

* Autor para correspondência: mauricios.novaes@ifes.edu.br

CAPÍTULO 5

Dinâmica da decomposição dos adubos verdes na manutenção da fertilidade do solo, disponibilidade de nutrientes e manejo agroecológico de plantas espontâneas em hortaliças

Raimundo Nonato Viana Santos, Maycon Pedrosa Cardoso, Caio Vinicius Sales Pereira Da Macena, Luciana Lins Oliveira Santos, Maria Rosângela Malheiros Silva

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-991393-9-0.c5>

Resumo

A pesquisa objetivou avaliar a taxa de decomposição de adubos verdes em cultivo de quiabeiro para disponibilização de nutrientes e redução da entrada de insumos externos para os agricultores. O experimento foi conduzido em área da UEMA, São Luís/MA em blocos casualizados com quatro repetições, em esquema fatorial: adubos verdes, sistema de cultivo (consorciado e monocultivo) e épocas de decomposição dos resíduos (10, 20, 30, 40, 50 dias). Para avaliar a dinâmica de decomposição dos resíduos, foram colocadas 100 g de massa fresca dos adubos verdes dentro de litter bags sobre a superfície do solo. O feijão caupi em monocultivo e consorciado apresentou o menor tempo de meia vida, 32 e 29 dias, respectivamente e o feijão manteiguinha o maior tempo de meia vida, 58 dias. A biomassa das leguminosas apresenta uma decomposição inicial rápida, seguida de outra mais lenta. O feijão manteiguinha apresenta maior massa seca remanescente e tempo de meia vida.

Palavras-chave: avaliação, biomassa, leguminosa, massa remanescente.

1. Introdução

A adubação verde é uma prática agrícola que inicialmente objetivava a conservação do solo, com relatos do seu uso desde a Era Cristã para recuperar solos degradados, melhorar os solos naturalmente pobres e conservar aqueles produtivos. Porém, com o auge da Revolução Verde essa prática que antes tinha importante função foi temporariamente deixada de lado e substituída pelos chamados fertilizantes sintéticos, que apresentavam rápida resposta pelas culturas após a sua aplicação no solo [1].

A adubação verde pode ser definida com uma prática agrícola que usa espécies vegetais em rotação ou em consórcio com culturas de interesse econômico. Essas espécies podem ser de ciclo anual ou perene, cobrem o terreno por determinado período de tempo ou durante todo o ano [2].

A adubação verde tem sido utilizada como alternativa prática e eficaz para o fornecimento de nutrientes e a adição de matéria orgânica ao solo, diretamente, na área de cultivo [3]. As características agronômicas e fenológicas permitem que os adubos verdes sejam cultivados de muitas maneiras nos mais diversos tipos de arranjos e configurações, para viabilizar o uso e o manejo sustentável do solo e a produção de alimentos de qualidade [1].

Uma das modalidades de manejo da adubação verde no cultivo de hortaliças é o consórcio que favorece o melhor aproveitamento do espaço físico, do controle de fitopatógenos do solo e das plantas espontâneas para os agricultores familiares. Segundo Fontanétti *et al.* [4], elas geralmente formam uma barreira física para as plantas espontâneas que competem por recursos do meio ambiente e, quando manejadas adequadamente, podem diminuir as capinas manuais e evitar a utilização de herbicidas.

A adubação verde proporciona inúmeras vantagens ao cultivo de hortaliças, colocar as vantagens citada por Tivelli *et al.* [5] também menciona que a principal vantagem imediata com uso de adubos verdes a exemplo das crotalárias é o controle de plantas espontâneas nas entrelinhas da cultura, adição de nitrogênio ao solo, ciclagem dos nutrientes que estão em maior profundidade e redução da população de nematóides no solo. Além de favorecerem a manutenção da matéria orgânica do solo, o sequestro de carbono da atmosfera e a recuperação dos solos degradados.

Os adubos verdes também servem com proteção do solo e disponibilizam nutrientes que reduzem a entrada de insumos externos. Kliemann *et al.* [6] destacaram que a taxa de decomposição do resíduo vegetal a ser utilizado como cobertura é um fator fundamental para determinar o tempo de permanência da cobertura morta na superfície do solo. Quanto mais rápida for a sua decomposição, maior será a velocidade de liberação de nutrientes, entretanto diminuem a proteção do solo.

A escolha da espécie adequada para adubação verde está relacionada com as características de cada região, como o clima e solo. Cada espécie vegetal apresenta exigências específicas com relação à fertilidade do solo e quanto ao clima. Como consequência, torna-se importante fazer a escolha das plantas mais adequadas ao uso de adubos verdes, a partir das condições edafoclimáticas observadas em cada região [7]. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a taxa de decomposição de diferentes adubos verdes em cultivo de quiabeiro para disponibilização de nutrientes e redução da entrada de insumos externos para os agricultores.

2. Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido em área da Fazenda Escola da Universidade Estadual do Maranhão em São Luís – MA no período de abril a junho de 2017, localizado a Latitude S 2° 31' e Longitude W 44° 16'. O clima local segundo a classificação de Köppen é do tipo Aw', ou seja, equatorial quente e úmido, com estação chuvosa de janeiro a junho (média de 2010 mm) e estação seca de julho a dezembro (média de 180 mm), com temperatura média anual de 26,1°C, com variações de 30,4°C a 23,3°C e umidade relativa média de 88% [8].

O experimento foi instalado em blocos casualizados com quatro repetições, em esquema fatorial com três fatores: adubos verdes (crotalária, feijão caupi BRS Guariba, mucuna-cinza, feijão caupi Manteguinha), sistema de cultivo (consorciado e monocultivo) e épocas de avaliação da decomposição dos resíduos (10, 20, 30, 40 e 50 dias após implantação no campo - DAI). Além de duas testemunhas, sem adubação verde com capina e sem capina com vegetação espontânea. As parcelas experimentais do quiabeiro em consórcio com os adubos verdes foram constituídas por quatro linhas de 3,20 m de

comprimento espaçadas de 1,0 m entre linhas de plantio e 0,40 m entre plantas, totalizando 64 plantas de quiabo por parcela.

Como área útil foi considerada as duas linhas centrais e de bordaduras as linhas laterais. Aos oito dias após o transplante da cultura (DAT) foi realizada uma roçagem para a semeadura dos adubos verdes nas entrelinhas do quiabeiro e nas parcelas do monocultivo.

No consórcio foram semeadas duas linhas de cada adubo verde nas entrelinhas do quiabeiro. Para avaliar a dinâmica de decomposição dos resíduos foram colocadas amostras com 100 g de matéria fresca de todos os tipos de adubos verdes as quais foram colocadas dentro de *litter bags*, bolsas confeccionadas com tela plástica, com abertura de malha de 5 mm, que permitem a colonização por microrganismos e alguns invertebrados.

Para determinação do peso seco inicial (tempo zero), foram pesadas cinco amostras de 100 g de material fresco, que foi seco em estufa a 65°C por 72 horas. Os *litter bags* foram distribuídos sobre a superfície do solo nas parcelas de origem no campo, sendo as taxas de perda de matéria seca monitorada através de coletas realizadas aos 10, 20, 30, 40 e 50 dias após a colocação dos *litter bags* no campo.

Para medir a taxa de decomposição utilizou-se o modelo exponencial simples utilizado por Rezende *et al.* [9], em que k expressa a taxa de decomposição dos resíduos e liberação de nutrientes. Para equacionar o tempo de $\frac{1}{2}$ vida utilizou-se a seguinte fórmula $t_{1/2} = \ln(2) / k$, onde $t_{1/2}$ é o tempo de meia vida da matéria seca, ou seja, corresponde ao número de dias em que os adubos verdes gastaram para decompor 50% da sua biomassa.

3. Resultados e Discussão

Os adubos verdes apresentaram a mesma tendência no processo de decomposição da biomassa mantida nos *litters bags*, apresentando uma fase inicial rápida até aos 30 dias, seguida de outra fase mais lenta (Figura 1).

O feijão manteguinha apresentou os maiores valores de massa seca remanescente, enquanto o consórcio feijão caupi mais quiabeiro obtiveram menores valores. Esse resultado sugere que o feijão caupi fornece para a cultura nutrientes em sua fase inicial, já o feijão manteiguinha protege o solo por mais tempo. Osório *et al.* [10] em pesquisas com decomposição de adubos

verdes consorciado com bananeira também observou essa cinética na decomposição.

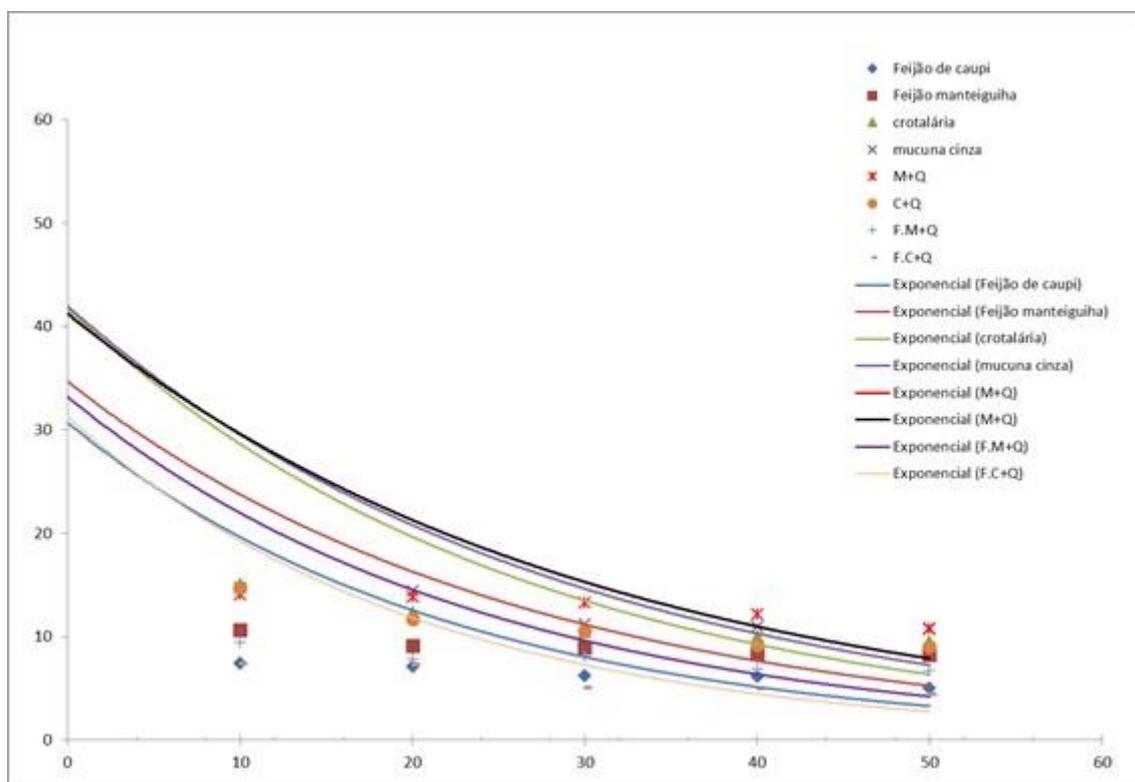


Figura 1. Percentual de massa seca decomposta dos adubos verdes para cada tempo de coleta após a colocação dos *litter bags* no campo. São Luís-MA, 2017.

Outra característica importante para a avaliação da decomposição dos adubos verdes é o tempo de meia-vida ($T_{1/2}$), que representa o período de tempo necessário para que metade dos resíduos se decomponha, e a constante de decomposição (K) (tabela 1). Para hortaliças que tem ciclo de produção curto é fundamental entender como os adubos verdes podem interagir com elas. A presença do material após o corte servirá de base de nutrientes para a cultura sucessora e barreira física ao surgimento de plantas espontâneas. Dessa forma, a ideia é combinar diferentes adubos verdes que possam fornecer essas características desejáveis no agroecossistema de cultivo.

Tabela 1. Equações de decomposição, Taxa de decomposição (k), Tempo de meia vida (t1/2) em dias e coeficiente de determinação (r²) para decomposição de massa seca dos adubos verdes avaliados. São Luís- MA, 2017.

	Equação	R ²	T1/2	K
<i>Feijão caupi</i>	$Y=90,234 e^{-0,176x}$	R ² =0,7594	32	-0,02194
<i>Feijão manteiguinha</i>	$Y=94,964 e^{-0,107x}$	R ² =0,771	58	-0,01193
<i>Crotalária</i>	$y = 102,17e^{-0,154x}$	R ² = 0,8937	43	-0,01593
<i>mucuna cinza</i>	$y = 94,03 e^{-0,15x}$	R ² = 0,7855	40	-0,0172
<i>Mucuna cinza+Quiabeiro</i>	$y = 90,581 e^{-0,135x}$	R ² = 0,7279	41	-0,01703
<i>Crotalaria+Quiabeiro</i>	$y = 102,34 e^{-0,164x}$	R ² = 0,8982	41	-0,01697
<i>F. Manteguinha+Quiabeiro</i>	$y = 94,246 e^{-0,142x}$	R ² = 0,7874	43	-0,01619
<i>F.Caupi+Quiabeiro</i>	$y = 77,132e^{-0,022x}$	R ² = 0,8303	29	-0,02416

O feijão caupi em monocultivo e consorciado apresentaram os menores tempo de meia vida, 32 e 29 dias respectivamente, precisando de um tempo de 64 e 48 dias para decompor por completo o feijão caupi em monocultivo e consorciado com quiabeiro. Portanto, o tempo de permanência dos resíduos vegetais sobre o solo é fundamental na tomada de decisão sobre qual manejo e composição de adubos verdes adotar [11]. Quando observado o período crítico de interferência das plantas espontâneas na cultura do quiabeiro que varia de 12 a 36 dias após a emergência na estação chuvosa Santos *et al.*, [12], e de quatro a 53 dias após o transplântio na estação seca Santos *et al.*, [13] infere-se que os adubos verdes depositados no solo podem ser uma alternativa eficientes a curto e médio prazo no manejo das plantas espontâneas.

A mucuna cinza e a crotalária consorciadas apresentaram um tempo de 41 dias para que metade de sua fitomassa fosse perdida. O feijão manteguinha foi o adubo que apresentou maior tempo de meia vida com 58 dias para decompor 50% de seu material.

A decomposição depende de fatores ambientais locais e das características químicas de cada espécie vegetal, o que acarreta uma grande variabilidade nas taxas de decomposição [14].

Fatores como temperatura, umidade, aeração e teor de matéria orgânica no solo, atuarão principalmente na atividade microbiana, mensurando o processo de decomposição da biomassa das plantas [15]. Ainda há o rigor da insolação equatorial que acelera a decomposição e queima da matéria orgânica do solo, que, no trópico, é muito importante para neutralizar a acidez tóxica e manter a estrutura do solo por onde deve fluir o excesso de água [16].

É importante o estudo da decomposição de adubos verdes, na busca de ajustes para sua melhor utilização, principalmente em sistemas agroecológicos de produção, de modo a utilizar os benefícios da liberação dos nutrientes provenientes da decomposição. Oliveira *et al.* [17] relataram que os benefícios trazidos pelas coberturas mortas de leguminosas resultam, principalmente, da disponibilização de nitrogênio para a cultura, liberado através da acelerada decomposição dos resíduos. O consórcio quiabeiro com crotalária proporcionou aumento de até 13% da produção de frutos do quiabeiro, além de reduzir a incidência de galhas radiculares devidas a *Meloidogyne* spp. [18].

Além disso, para a utilização dos consórcios em regiões com temperaturas mais elevadas, é necessária a adaptação da tecnologia, por meio da identificação de combinações entre espécies mais adaptadas, além do entendimento da dinâmica de decomposição do material e da imobilização/mineralização de nutrientes no solo [19].

4. Conclusão

A biomassa das leguminosas apresenta uma decomposição inicial rápida e depois decompõe-se de forma mais lenta. O adubo verde com a maior massa seca remanescente é o feijão manteguinha que também apresenta o maior tempo de meia vida.

5. Referências

- [1] Wildner L.P. Adubação verde: conceitos e modalidades de cultivo. In: Lima Filho O.F., Ambrosano E.J., Rossi F., Carlos J.A.D. (ed.) Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática. Embrapa; 2014, p. 19-44. Brasília-DF, Brasil.
- [2] Wutke E.B., Ambrosano E.J., Razera L.F., Medina P.F., Carvalho L.H., Kikuti H. Bancos comunitários de sementes de adubos verdes: informações

técnicas. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2007. 52 p.

[3] Sedyama M.A.N., Santos I.C., Lima P.C. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. Revista Ceres, Viçosa 2014; 61: 829-837. <https://doi.org/10.1590/0034-737x201461000008>.

[4] Fontanétti A., Carvalho G.J. de., Morais A.R. de, Almeida K. de, Duarte W.F. Adubação verde no controle de plantas invasoras nas culturas de alface americana e de repolho. Ciência e Agrotecnologia 2004; 28(5): 967-973. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542004000500001>.

[5] Tivelli S.W., Purqueiro L.F.V., Kano C. Adubação verde e plantio direto em hortaliças. Pesquisa & Tecnologia 2010; 7(1)

[7] Espindola J.A.A., Guerra J.G.M., Almeida D.L. Uso de leguminosas herbáceas para adubação verde. In: Aquino A., Assis R.L. Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. Embrapa; 2005, p. 435-451. Brasília: Brasil.

[8] Instituto Nacional de Meteorologia. Normas climatológicas do Brasil 1961-1990. Brasília, DF. 2009. 465p.

[9] Rezende C. de P., Cantarutti R. B., Braga J. M., Gomide J. A., Pereira J. M., Ferreira E., Tarré R., Macedo R., Alves B.J.R., Urquiaga S., Cadisch G., Giller K.E., Boddey R.M. Litter deposition and disappearance in Brachiaria pastures in the Atlantic Forest region of South of Bahia, Brazil. Nutrient Cycling in Agroecosystems 1999, 54(2): 99- 112.

[10] Osório C.R.W. de S., Carneiro L.F., Souza E.I.S., Souza H.M., Padovan P. S., Salomão G. de B., Padovan M.P. Decomposição de adubos verdes perenes consorciados com a bananeira em um sistema sob transição agroecológica em Mato Grosso do Sul. Cadernos de Agroecologia, [S.l.] 2012; 7(2). Disponível em: <<http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/13092>>. Acesso em: 03 June 2019.

[11] Rafael M.R.S., Salviano A.M., Lima A.M.N., Cunha J.C., Silva P.G., Giongo V. Decomposição de adubos verdes em condições semi-áridas irrigadas. Anais da III jornada de pós-graduação da embrapa semi-árido. 2018.

[12] Santos R.N.V., Rodrigues A.A.C., Silva M.R.M., Correa M.J.P., Mesquita M.L.R. Phytosociology and weed interference in okra under organic cropping

system. African Journal of Agricultural Research 2017; 12(4): 251-259. <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11888>.

[13] Santos R.N.V., Pires T.P., Mesquita M.L.R., Correa M.J.P., Silva M.R.M. Weed interference in okra crop in the organic system during the dry season. *Planta Daninha* 2020; 38(2). <https://doi.org/10.1590/s0100-83582020380100014>.

[14] Gomes T.C. de A., Silva M.S.L. da, Silva J.A.M., Carvalho N.C.S. de, Soares E.M.B. Padrão de decomposição e liberação de nutrientes de adubos verdes em cultivos de uva e manga do Submédio São Francisco. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, n. 71. Petrolina, Embrapa Semi-Árido. 2005. 24 p.

[15] Aita C., Giacomini S.J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa 2003; 27:601-612. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832003000400004>.

[16] Moura E.G. Agroambientes de transição: entre o trópico úmido e semi-árido maranhense. 1ª ed. 2004. 300p.

[17] Oliveira F.F de, Guerra J.G.M., Almeida D.L de, Ribeiro R. de L.D., Espindola J.A.A, Ricci M. dos S.F., Ceddia M.B. Avaliação de coberturas mortas em cultura de alface sob manejo orgânico. *Horticultura Brasileira* 2008; 26: 216-220.

[18] Ribas R.G.T., Junqueira R.M., Oliveira F.L., Guerra J.G.M., Almeida D.L., Alves B.J.R., Ribeiro R.L.D. Desempenho do quiabeiro (*Abelmoschus esculentus*) consorciado com *Crotalaria juncea* sob manejo orgânico. *Agronomia* 2003; 37(2): 80 - 84.

[19] Teixeira C.M., Carvalho G.J. de, Andrade M.J.B.A. de, Silva C.A., Pereira J.M. Decomposição e liberação de nutrientes das palhadas de milho e milho + crotalária no plantio direto do feijoeiro. *Acta Scientiarum. Agronomy* 2009; 31: 647-653. <https://doi.org/10.1590/S1807-86212009000400015>.

Autores

Raimundo Nonato Viana Santos*, Maycon Pedrosa Cardoso, Caio Vinicius Sales Pereira Da Macena, Luciana Lins Oliveira Santos, Maria Rosângela Malheiros Silva

Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitaria Paulo VI, São Luís, Brasil.

* Autor para correspondência: rvianasantos@gmail.com

