

UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA
ORGÂNICA

DISSERTAÇÃO

**Impactos da Transição Agroecológica de um Sistema de
Produção de Leite**

Luiza Carneiro Mareti Valente

2024



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**

**IMPACTOS DA TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA DE UM SISTEMA
DE PRODUÇÃO DE LEITE**

LUIZA CARNEIRO MARETI VALENTE

Sob a Orientação do(a) Professor(a)
Argemiro Sanavria

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestra em Agricultura Orgânica**, no Curso de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica.

Seropédica, RJ
Fevereiro 2024

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001

É permitida a cópia parcial ou total desta Dissertação, desde que seja citada a fonte.

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

V154 i Valente, Luiza Carneiro Mareti , 1982-
Impactos da Transição Agroecológica de um Sistema de
Produção de Leite. / Luiza Carneiro Mareti Valente. -
Rio de Janeiro, 2024.
105 f.: il.

Orientador: Argemiro Sanavria.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal Rural
do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em
Agricultura Orgânica, 2024.

1. Transição Agroecológica. 2. Produção Orgânica. 3.
Sistema de Produção de Leite. 4. Análise Econômica. 5.
Avaliação de impactos. I. Sanavria, Argemiro , 1949-,
orient. II Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Agricultura
Orgânica III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**

LUIZA CARNEIRO MARETI VALENTE

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestra**, no Programa de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica, área de concentração em Agricultura Orgânica.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 29/02/2024

Argemiro Sanavria
Dr. UFRRJ
(Orientador, Presidente da Banca)

Joao Paulo Guimaraes Soares
Dr. Embrapa

Augusto Hauber Gameiro
Dr. USP



DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS Nº 5363/2024 - PPGAO (12.28.01.00.00.00.36)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 03/04/2024 06:25)

ARGEMIRO SANAVRIA
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DESP (12.28.01.00.00.00.00.52)
Matricula: ###71#1

(Assinado digitalmente em 16/04/2024 13:04)

AUGUSTO HAUBER GAMEIRO
ASSINANTE EXTERNO
CPF: ###.###.270-##

(Assinado digitalmente em 01/04/2024 20:05)

JOAO PAULO GUIMARAES SOARES
ASSINANTE EXTERNO
CPF: ###.###.597-##

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrrj.br/documentos/> informando seu número: 5363, ano: 2024, tipo: **DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS**, data de emissão: 01/04/2024 e o código de verificação: 523028c2fa

RESUMO

VALENTE, Luiza Carneiro Mareti. **Impactos da Transição Agroecológica de um Sistema de Produção de Leite**. 2024. 93p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2024.

O Brasil é grande produtor e exportador mundial de commodities. Entretanto, a maioria absoluta dessa produção ocorre em sistemas de produção convencionais. Ao considerarmos os impactos ambientais desses sistemas fica clara a sua insustentabilidade a longo prazo. Uma outra forma de produzir alimentos é adotar tecnologias alternativas, menos impactantes e baseadas nas lógicas da natureza que são possíveis, por exemplo, pela adoção dos princípios da agroecologia e a produção orgânica de alimentos. Neste trabalho foi realizado um estudo de caso para a transição agroecológica do Sistema de Produção de Leite (SPL) da Fazenda Escola de Cachoeiras de Macacu (FECM) vinculada à Universidade Federal Fluminense. Tendo em vista que a FECM, além de atender ao objetivo de produção também deve atender ao tripé universitário de ensino, pesquisa e extensão o objetivo geral desta pesquisa foi planejar a transição agroecológica do sistema de produção de leite da Fazenda Escola de Cachoeiras de Macacu (FECM) da UFF e avaliar o impacto dessa transição nas dimensões econômica, ambiental, social e de desenvolvimento institucional. Foi realizado o planejamento das mudanças que devem ser implantadas no SPL e realizadas uma análise de viabilidade do investimento necessário à transição e uma análise de impactos utilizando-se o Sistema de Avaliação de Impactos Ambiental de Inovação Tecnológicas Agropecuárias (Ambitec Agro) da Embrapa. Dentre as adequações necessárias à conversão orgânica estão a implantação de barreiras verdes, a arborização de pastagens, mudança no manejo sanitário, reprodutivo e nutricional dos animais. Dentre as adequações necessárias à transição agroecológica estão a recuperação das pastagens degradadas com o uso de sistemas agrofloretais biodiversos, a rotação de pastagens em todas as áreas do SPL, a compostagem e a adesão a um sistema participativo de garantia. Em conjunto, essas ações foram capazes de contribuir com os 13 princípios e elementos da agroecologia. Na análise de viabilidade, o projeto foi viável economicamente apresentando Valor Presente Líquido de R\$ 992.521,00 e Taxa Interna de Retorno de 35,11% ao ano. O AMBITEC Agro apontou que a adoção das ações planejadas causariam impactos ecológicos e socioambientais positivos, com índice de impacto da tecnologia de 2,49 (numa escala de -15 a +15). Da mesma forma, a dimensão de desenvolvimento institucional apontou impacto positivo de 4,29 (numa escala de -15 a +15). Conclui-se que a transição agroecológica do sistema estudado é tecnicamente possível, economicamente viável, ambiental e institucionalmente sustentável.

Palavras-chave: Projeto. Viabilidade econômica. AMBITEC-Agro. Conversão Orgânica. Impactos institucionais.

ABSTRACT

VALENTE, Luiza Carneiro Mareti.. **Impacts of the Agroecological Transition in a Dairy Production System.** 2024. 93p. Dissertation (Mestrado em Agricultura Orgânica). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2024.

Brazil is a major producer and global exporter of commodities. However, the vast majority of this production occurs in conventional production systems. When examining the environmental impacts of these systems, their long-term unsustainability becomes evident. An alternative way to produce food is to adopt less impactful technologies based on the principles of nature, such as agroecology and organic food production. It was conducted a case study on the agroecological transition of the Dairy Production System (DPS) at the Cachoeiras de Macacu School Farm (CMSF), affiliated with the Federal Fluminense University (UFF). Considering that the CMSF, in addition to fulfilling production goals, must also meet the university's triad of teaching, research, and extension, the overall objective of this research was to plan the agroecological transition of the dairy production system at CMSF-UFF and evaluate the impact of this transition on economic, environmental, social, and institutional development dimensions. A plan for agroecological transition in the DPS was carried out, and an economic analysis of the investment required for this transition was conducted. An impact analysis was performed using Embrapa's Ambitec-Agro indicators system. Among the adjustments needed for organic conversion are the implementation of green barriers, pasture afforestation, and changes in the sanitary, reproductive, and nutritional management of animals. Adjustments required for agroecological transition include the restoration of degraded pastures using biodiverse agroforestry systems, pasture rotation in all DPS areas, composting, and affiliation to a participatory guarantee system. Together, these actions contributed to the 13 principles and elements of agroecology. The economic analysis showed that the project was economically viable, presenting a Net Present Value of R\$ 992.521,00 and an Internal Rate of Return of 35.11% per year. Ambitec Agro indicated that the adoption of planned actions would cause positive ecological and socio-environmental impacts, with a technology impact index of 2.49 (on a range from -15 to +15). Similarly, the institutional development dimension showed a positive impact of 4.29 (on a range from -15 to +15). It is concluded that the agroecological transition of the studied system is technically feasible, economically viable, environmentally and institutionally sustainable.

Keywords: Project. Economic Analysis. AMBITEC-Agro. Organic Conversion. Institutional Impacts.

LISTA DE ABREVIACÕES E SÍMBOLOS

ABIO	Associação de Agricultores Biológicos do Estado do Rio de Janeiro
Ambitec-Agro	Sistema de Avaliação de Impactos Ambientais de Inovações Tecnológicas Agropecuárias
APP	Área de Preservação Permanente
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
EM	Microrganismos Eficientes
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
FECM	Fazenda Escola de Cachoeiras de Macacu
ha	hectare
IATF	Inseminação Artificial em Tempo Fixo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFOAM	<i>International Federation of Organic Agriculture Movement</i>
IICA	<i>Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura</i>
IN	Instrução Normativa
kg	Quilos
km ²	Quilômetros quadrados
m ³	Metros cúbicos
MAPA	Ministério da Agricultura e Pecuária
MESMIS	<i>Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de los Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad</i>
MGAP	Ministério da Agricultura do Uruguai
MS	Matéria seca
MZO	Departamento de Zootecnia e Desenvolvimento Agrossocioambiental Sustentável
NPK	Adubo quimissintético fonte de nitrogênio, fosforo e potássio
NEPERMA	Núcleo de Estudos em Permacultura
NOP	<i>Nacional Organic Program</i>
OGM	Organismo Geneticamente Modificado
PAIS	Produção Agroecológica Integrada e Sustentável
PD	Período de descanso
PDI	Plano de Desenvolvimento Institucional
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
P.O.	Puro de Origem
PP	Período de <i>Payback</i>
PPGAO	Programa de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica
PRV	Pastoreio Racional Voisin
SAT	Sistemas Agrícolas Tradicionais
SAF	Sistema Agroflorestal Agroecológico
SPG	Sistema participativo de garantia
SPL	Sistema de Produção de Leite
TIR	Taxa Interna de Retorno
UFF	Universidade Federal Fluminense
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i>
VPL	Valor Presente Líquido

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -Nome das áreas demarcadas com suas respectivas áreas, categorias animais e sistemas de produção animal que as utilizam.....	34
Tabela 2- Necessidades identificadas na Portaria nº 52/2021 para a conversão orgânica do SPL, o artigo da portaria e a técnica ou ação recomendada para a adequação.....	46
Tabela 3 - Plantas selecionadas separadas por estrato e Grupo Sucessional.....	52
Tabela 4 - Espaçamento entre plantas da mesma espécie.....	52
Tabela 5 - Atendimento das Práticas escolhidas aos princípios agroecológicos.....	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Consolidação dos 13 princípios agroecológicos, sua escala de aplicação e correspondência aos Elementos da Agroecologia da FAO.....	20
Quadro 2 - Resultados do Ambitec Agro relativos aos impactos socioambientais.....	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – O processo Agroecológico.....	19
Figura 2 – Limites e distribuição das áreas produtivas da FECM/UFF em Cachoeiras de Macacu, RJ. Elaboração: da autora e do Prof. Arthur Nanni (NEPERMA/UFSC) a partir de imagem do Google Earth e baseada em Pimentel et al. (2022).....	34
Figura 3 – Diagrama contendo a estrutura com as dimensões, aspectos e critérios para a avaliação de impactos no sistema de indicadores Ambitec Agro.....	41
Figura 4 – Exemplo de matriz de ponderação contendo os indicadores que compõem o critério “Conservação da biodiversidade e recuperação ambiental” e descrições do significado de cada campo da matriz.....	42
Figura 5 – Estrutura de impactos constando os critérios e indicadores para a avaliação de impactos do projeto de desenvolvimento tecnológico.....	43
Figura 6- Limites e distribuição das áreas produtivas da FECM/UFF em Cachoeiras de Macacu, RJ..	46
Figura 7 - Esquema mostrando as linhas de plantio.....	55
Figura 8 - Representação esquemática dos pastos 3 e 9 divididos com cercas elétricas (linhas pretas) e com as linhas planejadas de agroflorestas (linhas verde-escuras).....	57

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 Conceitos de Sistemas de Produção.....	4
2.1.1 Sistemas Agrícolas Tradicionais.....	4
2.1.2 Sistemas Convencionais, Modernos ou Industriais de Produção.....	5
2.1.3 Sistemas Alternativos de Produção.....	6
2.1.3.1 Agricultura Orgânica Europeia e Norte Americana.....	10
2.1.3.1.1 As origens.....	10
2.1.3.1.2 O movimento da agricultura orgânica e o desenvolvimento dos padrões orgânicos.....	11
2.1.3.1.2.1 Movimento orgânico e o sistema de avaliação da conformidade brasileiros.....	13
2.1.3.2 Agroecologia.....	17
2.1.3.2.1 Princípios Agroecológicos.....	20
2.2 Produção Animal Agroecológica e/ou Orgânica.....	22
2.3 Referenciais Econômicos que justificam a adoção de sistemas de produção alternativos.....	27
2.3.1 Economia do Meio Ambiente e Economia Ecológica.....	28
2.3.2 Economia Circular.....	30
3 METODOLOGIA.....	33
3.1 Caracterização da área de estudo.....	33
3.2 Definição do Projeto de Transição Agroecológica do SPL da FECM.....	37
3.3 Fluxo de Caixa e Análise de Viabilidade do Projeto.....	38
3.3.1 Período de Payback.....	38
3.3.2 Valor Presente Líquido.....	39
3.3.3 Taxa Interna de Retorno.....	39
3.3.4 Premissas.....	39
3.3.5 Fonte de Dados e Horizonte de Planejamento.....	40
3.4 Sistema de Avaliação de Impactos de Inovações Tecnológicas Agropecuárias – Ambitec-Agro....	40
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
4.1 Projeto de transição agroecológica do SPL da FECM.....	45
4.1.1 Adequações necessárias para o cumprimento da Legislação Orgânica.....	45
4.1.2 Adequações necessárias ao atendimento dos princípios da Agroecologia.....	49
4.1.3 Perspectivas de longo prazo.....	59
4.1.4 Contribuição das práticas selecionadas aos princípios da agroecologia.....	59
4.2 Análise de viabilidade do projeto.....	62
4.2.1 Entradas do Projeto.....	62
4.2.3 Saídas do Projeto.....	64
4.2.4 Indicadores de Viabilidade.....	65
4.3 Avaliação de impactos socioeconômicos e institucionais do projeto.....	67
5 CONCLUSÕES.....	73
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
ANEXO A - ENTRADAS CALCULADAS DO PROJETO.....	86

ANEXO B - TABELA DE DESPESAS COM INVESTIMENTO DO PROJETO ANALISADO	88
ANEXO C - DESPESAS OPERACIONAIS CALCULADAS.....	91

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é grande produtor e exportador mundial de *commodities*. Em 2022, ele foi o terceiro maior produtor de leite e o segundo maior produtor de carnes de frango bovina (FAO, 2024a). Entretanto, a maioria absoluta dessa produção ocorre em sistemas de produção convencionais. Esse sistema foi amplamente divulgado, financiado e implantado nos países de capitalismo periférico durante a guerra fria e consistia em monoculturas, uso de sementes e animais melhorados (mais recentemente, geneticamente modificados), uso intensivo de insumos químicos (fertilizantes sintéticos, herbicidas, pesticidas e medicamentos sintéticos) e maquinário.

No País, essa divulgação ocorreu sob o nome de “revolução verde” ou “modernização da agricultura” com o pretexto de ser a melhor forma de resolver a escassez de alimentos que seria causada pelo crescimento da população e a geradora da fome mundial. Apesar de ter possibilitado grande aumento na quantidade produzida de alimentos e *commodities*, esse modelo não foi capaz de eliminar a fome no Brasil e ou nos demais países (MATOS, 2010). Sabe-se que a fome atual não é causada pela escassez de alimentos mas pela dificuldade de acesso a eles, pois uma parcela da população não tem a renda necessária para adquiri-los.

Entretanto, a revolução verde que é mais bem intitulada como industrialização da agricultura ou modernização conservadora da agricultura, trouxe diversos efeitos sociais e ambientais. Dentre os efeitos sociais José Maria Gusman Ferraz destaca a concentração da posse da terra e o decorrente êxodo rural, transferência do lucro decorrente da atividade agrícola para a agroindústria, estreitando as margens do produtor rural e aumentando seu endividamento (OCTAVIANO, 2010). Como impactos ambientais destaca-se o desmatamento, a poluição dos corpos d’água, a perda da biodiversidade e a extinção de espécies, a contaminação química dos alimentos produzidos, entre outros. Todos esses aspectos deixam clara a insustentabilidade dos sistemas de produção de alimentos convencionais.

Bird (1988 apud SANTOS; MENDONÇA, 2001) atribui essa insustentabilidade aos seguintes processos:

- a) utilização de soluções paliativas para problemas estruturais;
- b) utilização de soluções universais para problemas específicos locais;
- c) utilização de insumos externos de alto custo energético;
- d) subordinação dos aspectos ecológicos à eficiência econômica.

Teoricamente, existem duas formas de lidar com essa realidade: a mais tradicional é a adoção das chamadas tecnologias de fim de tubo ou “*end-of-pipe*” que consiste em manter a lógica de produção e adotar medidas pontuais para cada um dos impactos identificados quando esses passam a ser regulados e fiscalizados (é um exemplo do uso de soluções paliativas para problemas estruturais). Nesse caso a lógica é “curativa” isto é, resolver o impacto depois que ele é gerado. A segunda possibilidade tem uma abordagem preventiva e é a adoção de uma outra lógica de produção na qual a forma de produzir é repensada sendo adotadas tecnologias alternativas, menos impactantes e baseadas nas lógicas da natureza. As agriculturas alternativas e, posteriormente, a produção orgânica são exemplos dessa segunda lógica.

No Brasil, a produção de alimentos agroecológicos e orgânicos tem sido estimulada desde o início dos anos 2000, por meio de normatizações e de políticas públicas específicas. Isso fez com que as vendas de produtos orgânicos quadruplicassem entre 2003 e 2017 e crescessem 15% em 2019, 30% em 2020 e 12% em 2021, movimentando cerca de R\$ 6,5 bilhões. Esse aumento do consumo permitiu um crescimento médio anual de 19% no número de unidades de produção orgânica, entre 2010 e 2018, e um incremento médio anual de quase 17% do número de produtores orgânicos registrados no Mapa entre 2012 e 2018 (IPEA, 2020).

Apesar desse aumento na produção e no consumo, a produção animal orgânica ainda é incipiente no Brasil. Comparando-se o escopo das produções registradas no Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos de fevereiro de 2022 observa-se que a produção vegetal é muito mais presente do que a produção animal: dos 26546 produtores cadastrados apenas 518 (1,95%) declaram produzir algum tipo de produto de origem animal. Acompanhando a pequena participação na produção, também foi identificada por Soussana *et al.* (2015) pouca participação de publicações sobre produção animal agroecológica no meio científico internacional. De acordo com esses autores, apesar de existirem diversos estudos que relacionem a ecologia ou o meio ambiente com a produção animal, poucos adotam a perspectiva agroecológica. Assim, apenas 5% dos estudos indexados sobre agroecologia têm a palavra-chave “*livestock*” (produção animal ou rebanhos animais). Os autores concluem que a integração da agroecologia com a produção animal ainda precisa ser mais explorada na literatura científica.

Acompanhando a pouca abordagem científica, o ensino desses temas nos cursos públicos de Medicina Veterinária também é incipiente. Ao estudarem o assunto Valente *et al.*

(2020) identificaram que “apenas 6,66% (4) [dos 60 cursos públicos estudados] apresentavam nas ementas das disciplinas obrigatórias de produção animal menção a formas de produção orgânica, agroecológica, alternativa ou sustentável”. Nas disciplinas de ecologia “apenas 5% (3) fazem menção à agroecossistemas, agroecologia ou agricultura sustentável (UFJF, UFPI e UFPB)” e nas disciplinas de extensão rural “apenas 6,66% (4) dos cursos em 3 universidades apresentavam temas de agroecologia e/ou agricultura sustentável”. De forma geral, concluiu-se que a abordagem do assunto nos cursos é bastante superficial e que 80% dos cursos pesquisados sequer o abordam.

Constata-se então que a produção animal orgânica ou agroecológica apresenta defasagem no ensino, na pesquisa e na produção. Apesar disso, o Brasil desponta na produção animal convencional principalmente graças ao uso dos abundantes recursos naturais disponíveis. Tudo isso indica o grande potencial para a adoção de sistemas agroecológicos e orgânicos também na produção animal.

Nesse cenário, surge a seguinte questão: a transição para uma lógica agroecológica é vantajosa econômica e socialmente? Para responder a essa questão, foi realizado um estudo de caso no Sistema de Produção de Leite (SPL) da Fazenda Escola de Cachoeiras de Macacu (FECM) vinculada à Universidade Federal Fluminense (UFF).

Tendo em vista que a FECM, além de atender ao objetivo de produção também deve atender ao tripé universitário de ensino, pesquisa e extensão o objetivo geral desta pesquisa é avaliar a transição agroecológica do SPL da FECM/UFF e seus impactos. Como objetivos específicos têm-se:

- Estabelecer as etapas necessárias à conversão orgânica do SPL da FECM/ UFF.
- Estabelecer as etapas necessárias à transição agroecológica do SPL da FECM/ UFF.
- Analisar a viabilidade econômica da transição agroecológica desse sistema.
- Analisar os impactos socioeconômicos, ambientais e de desenvolvimento institucional causados pela transição.
- Disponibilizar aos técnicos e produtores um modelo de cálculo de viabilidade econômica de projetos de transição agroecológica em formato de planilha eletrônica.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Este trabalho mobiliza conhecimentos de diversas áreas do conhecimento: a produção (animal) alternativa, a economia e as ciências ambientais. Por serem temas bastante amplos, optou-se, nesta revisão, por três principais assuntos: os conceitos de sistemas de produção com o propósito de diferenciá-los; e o delineamento dos sistemas alternativos de produção. Em seguida, são mobilizados princípios e práticas de produção animal agroecológica e orgânica, com especial atenção aos trabalhos voltados à produção de leite. Finalmente, são apresentados referenciais econômicos teóricos que corroboram a adoção de práticas alternativas e sustentáveis de produção.

2.1 Conceitos de Sistemas de Produção

Atualmente encontra-se uma grande variedade de sistemas de produção de alimentos. Neste item buscou-se separar conceitual, histórica e socialmente as principais formas encontradas na literatura. Cabe destacar que os sistemas de produção são considerados aqui de maneira sistêmica, isto é, vão muito além das práticas utilizadas. Consideraram-se como parte integrante deles os princípios éticos, políticos, culturais e, em alguns casos, religiosos envolvidos, além das relações homem-homem e homem-natureza que se desenvolvem a partir deles.

Sabe-se de antemão que há uma grande confusão entre esses conceitos. Dessa forma, busca-se aqui estabelecer um referencial teórico claro de forma a evitar tais equívocos ao longo deste trabalho. Destaca-se que, apesar de teoricamente ser possível realizar tal separação, muitas vezes na prática agrícola as principais técnicas usadas em cada abordagem estão mescladas; e se os princípios éticos e sócio-históricos não estão declarados, mais do que sistemas estanques de produção, na prática constata-se um grande gradiente entre os diversos conceitos.

2.1.1 Sistemas Agrícolas Tradicionais

Os Sistemas Agrícolas Tradicionais (SAT) podem ser definidos como um conjunto de saberes, mitos, formas de organização social, práticas, produtos, técnicas/artefatos e outras manifestações que compõem sistemas culturais manejados por povos e comunidades tradicionais. As dinâmicas de produção e reprodução dos vários domínios da vida social que

ocorrem nesses sistemas, por meio das vivências e experiências históricas, orientam também processos de construção de identidades e contribuem para a conservação da biodiversidade (BNDES, 2018). Apesar de terem seus direitos garantidos na Constituição de 1988 como Patrimônio Cultural Imaterial Brasileiro

[...]a maior parte dos detentores desse conhecimento [...] encontra-se na invisibilidade, silenciada por pressões econômicas, fundiárias, processos discriminatórios e de exclusão sociopolítica. Sabe-se que boa parte dos conflitos ambientais no Brasil resulta da invasão dos territórios dessas comunidades e do comprometimento dos recursos naturais de que elas se utilizam tradicionalmente, trazendo impactos diretos ou indiretos sobre seus modos de vida. (EIDT; UDRY, 2019, p.18).

Toledo e Barreira-Bassols (2008 apud ANDRADE, 2010, p.2) defendem que

a conservação do patrimônio biocultural depende da conservação dos sistemas agrícolas tradicionais como forma de manter a diversidade genética e cultural. Para tanto, é essencial e inadiável se tomar iniciativas para deter o processo de amnésia em curso na espécie humana a partir do reconhecimento da necessidade de recuperar sua memória biocultural (ANDRADE, 2010).

Iniciativas de reconhecimento desses sistemas visando protegê-los e apoiar sua manutenção têm sido realizadas mundialmente pela *Food and Agriculture Organization* (FAO) que, desde 2005, já reconheceu 86 sistemas em 26 países (FAO, 2024b). No Brasil o Sistema Agrícola Tradicional da Serra do Espinhaço Meridional, Minas Gerais está entre esses sistemas. Nacionalmente uma iniciativa da Embrapa em conjunto com o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES e o Instituto Nacional do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN reconheceu, além deste, outros 14 sistemas tradicionais.

Foi a partir da observação desses sistemas que diversas vertentes da agricultura alternativa foram criadas. Atualmente, a agroecologia tem proposto trabalhos participativos com essas comunidades visando reconhecer e sistematizar diversos conhecimentos e tradições que, de outra maneira, tendem a desaparecer.

2.1.2 Sistemas Convencionais, Modernos ou Industriais de Produção

O início da agricultura química remonta à metade do século XIX com a teoria mineral de Justus von Liebig Liebig's, que colocou a teoria de nutrição das plantas em novas bases e promoveu um grande estímulo à agricultura ao convencer os agricultores da importância dos fertilizantes químicos para o crescimento das plantações. Foram os trabalhos de Liebig que

tornaram possíveis o desenvolvimento da indústria comercial de fertilizantes que permitiu o aumento de produção dos principais cultivos por meio do uso de fertilizantes inorgânicos (SCHARRER, 1949).

Os sistemas de produção adeptos dessa lógica são os que aderiram à Industrialização da Agricultura. Posteriormente, a indústria química para a agricultura também se utilizou do avanço da biotecnologia agrícola. De acordo com Lopes e Lopes (2011), os sistemas convencionais são caracterizados pela

[...] artificialização e simplificação dos agroecossistemas, formados por plantas geneticamente similares ou idênticas, que têm sido selecionadas com o propósito de aumento de produtividade, sendo altamente dependente de insumos externos a propriedade (pesticidas, fertilizantes solúveis, máquinas e combustíveis). Tal manejo proporciona um severo desequilíbrio ecológico e tende a alterar os processos de auto-regulação de pragas e doenças, diminuir o poder de recuperação dos agroecossistemas frente às adversidades climáticas e fitossanitárias, desregulando a estabilidade, flexibilidade, resiliência, equidade e auto-suficiência que os agroecossistemas diversificados possuem (Lopes; Lopes, 2011 p.2).

Esse é o sistema principal ensinado nos cursos superiores de ciências agrárias (CAVALLET, 1999), fato fundamental para a manutenção da hegemonia da agricultura convencional na produção agrícola brasileira e mundial. Por exemplo, estima-se que 12% de toda a área do mundo seja baseada em Organismos Geneticamente Modificados (OGM) (MIGLIORINI; WEZEL, 2017).

Pela dependência da indústria, esse sistema atende aos interesses capitalistas de geração de lucro e concentração de riqueza. Se não houver regulação governamental ou pressão social, tendem a explorar o capital natural com pouca ou nenhuma preocupação com suas dinâmicas biológicas e sua capacidade de regeneração (quando existe) levando à poluição, ao desmatamento e a outros impactos ambientais já citados.

Socialmente, a substituição dos sistemas tradicionais pelos convencionais teve diversas consequências, entre elas: dependência do produtor rural às indústrias; perda de sementes e variedades localmente adaptadas; o aumento da insegurança alimentar no meio rural.

2.1.3 Sistemas Alternativos de Produção

Diversos sistemas alternativos foram buscados em contraponto às proposições da agricultura química e, mais recentemente, da biotecnologia. Em 1885, Albert Bernhard Frank descobriu os fungos micorrízicos. Em 1886 a existência de bactérias fixadoras de nitrogênio foi identificada por Hermann Hellriegel e Hermann Wilfahrt. A partir dessas descobertas, a bacteriologia e a biologia dos solos surgiram. Desse campo de pesquisas emergiu o conceito biológico de fertilidade dos solos que enfoca as comunidades de microrganismos do solo, a dinâmica da matéria orgânica e a relação das raízes das plantas com o solo. Do ponto de vista científico, essa agricultura intensifica os meios biológicos e ecológicos do solo em contraste à intensificação química que usa fertilizantes inorgânicos e pesticidas sintéticos (VOGT, 2007).

Ehlers (1994) realizou um trabalho bastante aprofundado que traz as origens históricas de diversos sistemas alternativos do início do século XX. O autor caracterizou quatro vertentes dessa época: a agricultura biodinâmica, a agricultura orgânica, a agricultura biológica, e a Agricultura Natural. A permacultura e a agroecologia se expandiram a partir da década de 1970 e são abordadas mais superficialmente pelo autor.

De acordo com Lopes e Lopes (2011, p.8),

Todos os movimentos de agricultura alternativos à produção convencional e de base ecológica preocupam-se com métodos sustentáveis de relacionamento do homem com a natureza, no sentido de intervir o menos possível no meio ambiente, viabilizando ações que levem em consideração a conservação dos recursos naturais.

A agricultura biodinâmica foi criada a partir de palestras proferidas em 1924 por Rudolf Steiner. Nessas palestras ele não apresentou um conceito completo, apenas propôs princípios gerais. Durante as décadas de 1920 e 1930 os agricultores biodinâmicos estabeleceram uma prática de agricultura combinando as sugestões de Steiner com técnicas modernas e tradicionais de agricultura. A Antroposofia criada por Steiner é doutrina filosófica e mística. O conceito principal proposto por Steiner é que a Fazenda é um organismo vivo, e como os seres humanos, ela pode ser caracterizada por forças físicas, etéreas, astrais e do ego. Cada organismo “fazenda” precisa de uma variedade de “órgãos” como a produção agrícola, a produção animal, o pomar e assim por diante.

De acordo com a interação entre esses órgãos e do organismo com as condições ambientais locais, uma propriedade biodinâmica deve ter condições de se manter sem necessitar de insumos externos. Essa vertente tornou-se conhecida pelo uso do calendário astronômico (para orientar o momento dos manejos) e dos preparados biodinâmicos. Os preparados elaborados “ [...] a partir de substâncias minerais, vegetais ou animais que visam

reativar as forças vitais da natureza” (EHLERS, 1994, p. 236). Entretanto, experimentos científicos não demonstraram qualquer efeito deles no crescimento das plantas, produção ou qualidade dos alimentos (VOGT, 2007). Paull e Hennig (2020) afirmam que no Brasil existem 3.388 hectares sob manejo biodinâmico.

A agricultura biológica (ou orgânica-biológica) do suíço Hans Peter Müller e difundida na França por Claude Aubert, foi caracterizada pelo cultivo de pastagens, compostagem em camadas, preparo mínimo do solo, adubação orgânica e o uso de rochas moídas. Eles combinaram suas próprias técnicas tradicionais com a agricultura natural, a agricultura orgânica britânica e algumas experiências da agricultura biodinâmica. Suas preocupações iniciais de proteger a agricultura e as sociedades rurais tradicionais nos anos 1950 mudaram na década de 1980 para a proteção ambiental. Essa vertente foi bastante difundida na Alemanha, na Suíça e França, onde ficou mais conhecida por Agricultura Biológica que, posteriormente, tornou-se sinônimo de “agricultura alternativa” (Ehlers, 1994; VOGT, 2007). Na década de 1980 no Brasil, o termo agricultura biológica foi usado e faz parte até hoje do nome da Associação de Produtores Biológicos do Estado do Rio de Janeiro (ABIO) mas se refere ao termo guarda-chuva e não diretamente ao trabalho de Claude Aubert ou de seus antecessores. A missão declarada da ABIO é “contribuir para o fortalecimento da agricultura orgânica de base agroecológica, mediante a prestação de serviços aos agricultores, produtores e extrativistas” (ABIO, 2024).

A agricultura natural foi desenvolvida por Mokiti Okada no Japão a partir de 1935 na igreja messiânica. O princípio básico dessa proposta é que a agricultura deve respeitar as leis da natureza (Ehlers, 1994). Fukuoka, outro autor japonês da mesma época, propôs que a atividade agrícola deveria exercer a mínima intervenção no ambiente e nos processos naturais, por isso, seu método foi chamado de “não fazer”. Algumas características dessa vertente é o uso de palha para cobertura dos canteiros, a não aração, e o uso de esferas de argila com sementes diversas que eram lançadas para que as sementes que conseguissem as condições ideais brotassem e se desenvolvessem. (FUKUOKA,2008) Há também uma vertente desse estilo de agricultura na Coreia do Sul, chamada de agricultura natural coreana. Ambas têm como prática o uso de preparados fermentados tais como Bokashi, Microrganismos Eficientes (EM) e suco fermentado de planta.

Vogt (2007) também descreve uma agricultura natural de origem nas comunidade vegetarianas alemãs do início do século XX , que, por essa opção alimentar, não usavam animais para trabalho ou seu esterco para adubação. Como as datas apresentadas pelo autor

são anteriores aos registros de Mokiti Okada, provavelmente, são vertentes diferentes apesar de compartilharem o mesmo nome. No Brasil, é a agricultura natural de Mokiti Okada que foi difundida pela Igreja Messiânica e se tornou conhecida pelas empresas do grupo Korin.

A permacultura foi criada por David Holmgren e Bill Mollison na década de 1970, “inspirados no modelo das comunidades aborígenes tradicionais da Austrália, além de diversas outras influências como a agricultura natural de Fukuoka; a agricultura permanente de J. Russel Smith; e as técnicas de design de P.A Yeomans” (FERREIRA NETO, 2017, p.45) . O termo permacultura vem da união das palavras Agricultura Permanente. Com o passar dos anos, o conceito foi sendo ampliada e atualmente “é considerada uma ciência socioambiental de planejamento de assentamentos humanos autossustentáveis, que evoluem naturalmente em relacionamentos dinâmicos e renováveis com o ambiente ao seu redor, que congrega o saber científico com o tradicional popular e visa, é claro, a nossa permanência como espécie na Terra” (SANTOS; VENTURI, 2023, s/n).

A permacultura possui três éticas e alguns princípios de planejamento que são baseados na observação da ecologia e da forma sustentável de interação, produção e de vida das populações tradicionais com a natureza, sempre trabalhando a favor dela e nunca contra. (SANTOS; VENTURI, 2023). Ferreira Neto (2017) destaca que a permacultura é um sistema de planejamento de ambientes sustentáveis, visando à valorização do trabalho humano e todas as ações planejadas devem levar em consideração as éticas e os princípios da permacultura e, por isso, portadora de clara intencionalidade. Para Ferguson e Lovell (2014) a permacultura é um movimento internacional e regional que a dissemina e pratica; um método de planejamento; um arcabouço de boas práticas contextualizadas a cada ambiente e uma visão de mundo levada pelo movimento. Mollison e Holmgren (1978) alinham a conduta política da permacultura ao pensamento anarquista russo de Kropotkin. Provavelmente, por esse motivo, o movimento opera fora da influência e apoio de grandes instituições (FERGUSON; LOVELL, 2014). No Brasil, a pesquisa conduzida por Ferreira Neto (2017) mapeou 100 grupos que praticam e divulgam a permacultura espalhadas por todo o país que se concentravam nas regiões Sul e Sudeste.

Tanto a agroecologia quanto a agricultura orgânica serão abordadas com maiores detalhes nos próximos itens pois são os estilos mais relevantes neste trabalho. Ainda com relação à Agricultura Orgânica é fundamental sua diferenciação enquanto vertente europeia e norte americana da agricultura alternativa que é diferente do que caracterizo a seguir como “o movimento da agricultura orgânica européia” que se desenvolveu no sentido de definir

padrões de qualidade para certificação e conseqüente diferenciação mercadológica dos produtos. Esses padrões são semelhantes aos da agricultura orgânica brasileira, caracterizada na Lei dos Orgânicos (BRASIL, 2003) e seus demais dispositivos legais.

2.1.3.1 Agricultura Orgânica Europeia e Norte Americana

2.1.3.1.1 As origens

Ehlers (1994) afirma que essa vertente é uma das mais difundidas no mundo. As origens da agricultura orgânica para os países de língua inglesa remontam ao pesquisador inglês Sir Albert Howard e às irmãs Gabriele Howard e Louise Howard. Eles trabalhavam em uma estação de pesquisa na Índia e observaram que os camponeses hindus realizavam práticas de reciclagem de matéria orgânica, sem a necessidade de fertilizantes químicos. Os animais eram saudáveis (ao contrário dos animais da estação experimental). Eles decidiram realizar um experimento com o manejo dos camponeses indianos e entenderam que a base era a fertilidade do solo. Assim, Albert Howard desenvolveu o sistema de compostagem “Indore” para restaurar a fertilidade por um processo biológico natural. Seu livro mais famoso é *An Agricultural Testament*, de 1940.

Também na Índia na década de 1930, Robert McCarrison pesquisou a relação entre a fertilidade do solo, a qualidade da comida e a nutrição humana. Seus trabalhos apontaram a redução na qualidade da comida causado pelo aumento no uso de fertilizantes nitrogenados. Ele definiu a “Roda da Saúde”: resíduos orgânicos compostados adequadamente aumentam a fertilidade do solo onde plantas mais fortes crescem, oferecendo uma dieta saudável para animais e humanos. Inspirada pelas ideias de Howard e McCarrison, nos anos 1940 fundou a *British organic farming organization*, *The Soil Association* e a Revista *Mother Earth* ajudando a popularizar a agricultura orgânica no Reino Unido (VOGT, 2007).

O trabalho de Howard não foi bem aceito em Cambridge. Apenas um pequeno grupo reconheceu a importância. Entre eles estava o norte-americano Jerome Irving Rodale que fundou o Instituto Rodale, para colocar em prática os ensinamentos de Howard, em que ele publicou a revista *Organic Gardening and Farm* visando popularizar as ideias. Foi apenas com as demandas ambientalistas da década de 1960 e 1970 que seu trabalho ganhou visibilidade e popularidade nos Estados Unidos (Ehlers, 1994) Seu filho Robert Rodale, posteriormente assumiu o instituto e cunhou o termo Agricultura Regenerativa que ele define como a agricultura que, com níveis de produtividade crescente aumenta a vida do solo apresentando alta estabilidade biológica e econômica. A agricultura regenerativa tem mínimo

impacto ambiental na propriedade e seu entorno e é capaz de produzir alimentos sem agroquímicos e com mínima dependência de recursos não-renováveis (RODALE, 1983)

De acordo com Ehlers, nos anos 1980 a agricultura orgânica já estava mais consolidada nos Estados Unidos e em 1984, o United States Department of Agriculture (USDA) definiu agricultura orgânica como:

um sistema de produção que evita ou exclui amplamente o uso de fertilizantes, pesticidas, reguladores de crescimento e aditivos para a alimentação animal e compostos sintéticos. Tanto quanto possível, os sistemas de agricultura orgânica baseiam-se na rotação de culturas, esterco animal, leguminosas, adubação verde, lixo orgânico vindo de fora da fazenda, cultivo mecânico, minerais naturais e aspectos de controle biológico de pragas para manter a estrutura e produtividade do solo, fornecer nutrientes para as plantas e controlar insetos, ervas daninhas e outras pragas (USDA, 1984, p. 10 apud Ehlers, 1994, p.239).

2.1.3.1.2 O movimento da agricultura orgânica e o desenvolvimento dos padrões orgânicos

Chamamos de movimento orgânico o conjunto de atores envolvidos na agricultura alternativa. Atualmente, tanto na Europa quanto na América do Norte o termo “agricultura orgânica” tem sido usado para se referir ao conjunto dos diversos estilos de agricultura alternativa praticados. Entretanto, durante os anos 1950 e 1960, o conjunto era designado por “agricultura biológica”, principalmente na França, por causa da popularização do livro *L’agriculture biologique* de Claude Aubert. Já entre os anos 1980 e 1990 “agricultura ecológica” era o termo utilizado.

Os líderes da agricultura orgânica são os já citados Rudolf Steiner (Agricultura Biodinâmica) na Áustria e Alemanha, Sir Albert Howard e Lady Eve Balfour (Agricultura Orgânica) no Reino Unido, Jerome Irving Rodale nos Estados Unidos (Agricultura Orgânica) e os demais líderes Hans Muller, Maria Muller e Peter Rush na Suíça (Agricultura Orgânica-biológica), Alfonso Draghetti e Francesco Garofalo na Itália (agricultura biológica) (VAZZANA; MIGLIORINI, 2009 apud MIGLIORINI; WEZEL, 2017). Cabe lembrar que embora a agricultura biodinâmica esteja entre os estilos da agricultura orgânica praticados, nenhum dos seus quatro aspectos essenciais (o conceito de natureza, os preparados biodinâmicos, a noção da Fazenda como um organismo vivo e a relação pessoal com a natureza) foram incorporados à agricultura orgânica moderna e embasada cientificamente (VOGT, 2007).

Migliorini e Wezel (2017) identificam três etapas do movimento orgânico europeu. A primeira metade do século XX e suas origens podem ser entendidas por quatro acontecimentos no início do século XX na Europa: 1) crise na Agricultura e na Ciência Agrícola; 2) surgimento de uma ciência agrícola orientada por princípios biológicos; 3) movimentos de reforma de alimentação e estilo de vida e; 4) conhecimento de sistemas de produção orientais tradicionais (VOGT, 2007)

Entre a Primeira e a Segunda Guerra Mundial a agricultura química intensiva enfrentou uma crise por degradação, compactação e acidificação dos solos, baixa qualidade dos alimentos produzidos e decadência da organização social rural e os modos de vida tradicionais. Como solução para a crise, os pioneiros da agricultura orgânica trouxeram as bases científicas da agricultura orgânica, em que foram implantados sistemas de produção orgânicos bem-sucedidos principalmente a partir da década de 1930 na Europa (VOGT, 2007).

A segunda fase ocorreu nos anos de 1970 com a formação do movimento orgânico, com a fundação da International Federation of Organic Agriculture Movement (IFOAM) em 1972 que passou a trabalhar em busca de uma definição comum de agricultura orgânica. Em 1978 a IFOAM registrou como tarefa urgente estabelecer definições mais precisas para o que significavam as agriculturas “biológica”, “orgânica”, “ecológica” e “natural” para estabelecer um conjunto de padrões comuns de produção para a comercialização de produtos sob um selo ou padrão de garantia comum. Em 1982 a IFOAM publicou seus Padrões de Agricultura Biológica para Padrões Nacionais e de Comércio Internacional. Em 1991 a União Europeia publicou sua primeira certificação de produtos vegetais orgânicos e em 1999, a regulamentação para produtos orgânicos de origem animal, que entraram em vigor no ano seguinte a cada publicação. Nos Estados Unidos o Nacional Organic Program (NOP) foi publicado pelo USDA entrando em vigor em outubro de 2002 (SCHMID, 2007).

O crescente mercado, o surgimento de produções orgânicas em larga escala e a participação de grandes empresas convencionais são vistos por alguns agricultores e ativistas do movimento orgânico como ameaça à capacidade de a produção orgânica funcionar como uma alternativa à agricultura convencional. Questionava-se também se os princípios estabelecidos pela IFOAM durante a sua fundação ainda eram seguidos. Esse debate foi realizado entre 2004 e 2005 entre a IFOAM e os representantes governamentais da União Europeia. Acredita-se que princípios éticos básicos podem servir como guias em situações em

que os padrões são difíceis de serem estabelecidos (SCHMID, 2007). Em 2005 a IFOAM estabeleceu quatro princípios da produção orgânica:

- 1) Princípio da saúde: a agricultura orgânica deve manter e melhorar a saúde do solo, plantas, animais e humanos como uma e indivisível saúde.
- 2) Princípio da ecologia: a agricultura orgânica deve se basear nos sistemas e ciclos ecológicos vivos, trabalhar com eles, imitá-los e ajudar a mantê-los.
- 3) Princípio da Justiça: a agricultura orgânica deve se basear em relações que garantam equidade em relação ao ambiente comum e às oportunidades de vida.
- 4) Princípio do Cuidado: a agricultura orgânica deve ser gerida de maneira precavida e responsável para proteger a saúde e o bem-estar das gerações atuais e futuras, bem como o meio ambiente.

A terceira fase da agricultura orgânica europeia se iniciou a partir de 2016 com a IFOAM assumindo o objetivo de tirar os produtos orgânicos de nichos de mercado e transformá-los em “*mainstream*” posicionando os sistemas orgânicos como parte das múltiplas soluções necessárias para enfrentar os enormes desafios relacionados com alimentar o mundo e conservar a biodiversidade. Essa é uma decisão estratégica pois, após 100 anos do movimento orgânico ele ainda é uma agricultura de nicho se comparado com a convencional e, apesar do crescimento contínuo em termos de número de agricultores e área produzida, ainda ocupa apenas 1% da área agrícola global (embora em algumas regiões da Áustria, Suíça e Itália alcance 60%) (MIGLIORINI; WEZEL, 2017).

2.1.3.1.2.1 Movimento orgânico e o sistema de avaliação da conformidade brasileiros

O livro publicado por Hirata e Rocha (2020) sobre os sistemas participativos de garantia é fundamental para entender toda a movimentação que houve antes da publicação da atual lei dos orgânicos (BRASIL, 2003). De acordo com ele, em 1994, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) estabelece o Comitê Nacional de Produtos Orgânicos, com o objetivo de

propor normas de produção e de certificação de produtos orgânicos, após pressões sofridas pelas certificadoras brasileiras que apoiavam projetos de exportação, principalmente, depois da edição da legislação europeia, UE2092/91, que tratava das trocas comerciais de produtos orgânicos de

origem vegetal entre os países-membro (FONSECA; LEITE; ALMEIDA, p. 62)

Até então, eram as organizações de produtores, as organizações não-governamentais e as cooperativas de consumidores que estabeleciam “autocertificações” privadas. No Comitê, os defensores da certificação que argumentam em favor dos mercados nacionais e internacionais (que já demandavam os produtos) seriam atendidos. Um argumento contrário

[...]tratava do risco de oligopolização dos organismos certificadores mais bem estruturados em contraposição às dificuldades dos que eram descapitalizados e tinham que arcar com os custos de capacitação e gestão de processos de certificação e acreditação em órgão internacional (FONSECA; LEITE; ALMEIDA, 2020, p.62).

O Comitê não conseguiu chegar a um acordo e o MAPA criou, em seu lugar, o Fórum Orgânico com a participação de diversas organizações governamentais e privadas. Esse Fórum produziu o documento que foi publicado como a Instrução Normativa (IN) 007 do MAPA em 17 de maio de 1999. Essa IN previa e criava vários elementos que existem até hoje como o selo orgânico Brasileiro, a certificação por auditoria e participativa e formas de fomento às políticas nacionais e estaduais de regulação e fomento à agricultura orgânica. Os procedimentos de credenciamento das certificadoras foram publicados na IN 006/02, de fevereiro de 2002 sem discussão com os movimentos e organizações sociais envolvidos com o tema. Assim, seguiu-se uma grande mobilização deles para rediscutir os termos publicados e houve grande discussão acerca da obrigatoriedade da certificação e da rotulagem para comercializar produtos da agricultura orgânica nos mercados. Foi o texto resultante desse vários encontros e discussões nacionais praticamente sem alterações que originou a Lei nº 10.831, DE 23 DE DEZEMBRO DE 2003, vigente até hoje (FONSECA; LEITE; ALMEIDA, 2020).

Em seu art. 1º, a chamada Lei dos Orgânicos define que

Considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e

mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente. (BRASIL, 2003)

Essa definição é bastante semelhante com aos princípios europeus e ampla o suficiente para que produtores de qualquer das vertentes de agriculturas alternativas brasileiras consigam atendê-la.

No §2º do mesmo artigo define-se “O conceito de sistema orgânico de produção agropecuária e industrial abrange os denominados: ecológico, biodinâmico, natural, regenerativo, biológico, agroecológicos, permacultura e outros que atendam os princípios estabelecidos por esta Lei.” Esse item estabelece que o termo que passa a contemplar o coletivo dos movimentos alternativos (desde que certificados por organismos reconhecidos pelo MAPA) é a agricultura orgânica, à semelhança do termo usado nos Estados Unidos e na Europa, mesmo que não seja diretamente relacionado com os escritos de Howard ou McCarrison.

Complementando e regulamentando a lei, diversas portarias e IN foram publicadas estabelecendo os critérios da certificação, produção, processamento e comercialização dos produtos orgânicos. Dessa forma, foi estabelecido o sistema brasileiro de avaliação da conformidade orgânica (BRASIL, 2009). Esse sistema prevê três formas de avaliação da conformidade: a certificação por terceira parte, a certificação participativa e as organizações de controle social.

A certificação por terceira parte ou por auditoria, que ocorre quando o produtor contrata uma empresa, cadastrada junto ao MAPA, para realizar a auditoria em sua propriedade e, após os ajustes necessários, fornecer a certificação de orgânico ao produtor. Esse é a mesma lógica já utilizada em outras legislações como a Européia e a Estadunidense.

Por demanda dos produtores organizados e baseando-se em experiências já em curso no Brasil, criou-se também a possibilidade de certificação pelos Organismos Participativos de Avaliação da Conformidade (OPAC). As OPACs tem as mesmas atribuições das certificadoras por auditoria mas são entidades jurídicas e responsáveis legais pelos Sistema Participativos de Garantia (SPG). Os agricultores que se cadastram junto aos SPGs e passam a ter as seguintes funções, de acordo com Brasil (2008, p.11):

“• Solicitar a avaliação da conformidade de seus produtos para saber se estão de acordo com as normas de produção dos produtos orgânicos;

- Fornecer todas as informações necessárias com os detalhes e a frequência pedidos pelo Sistema Participativo de Garantia - SPG e exigidos pelo OPAC - Organismo Participativo de Avaliação da Conformidade;
- Contribuir para a geração da credibilidade dos produtos por meio de sua participação no SPG;
- Atender todas as orientações de prevenção e providenciar a correção das não-conformidades. Quer dizer, as ações que não levam em consideração as recomendações da Comissão de Avaliação;
- Garantir que tanto os seus produtos quanto os do grupo estarão de acordo com os regulamentos da produção orgânica, respeitando a conformidade.”

Finalmente, a legislação criou uma exceção à obrigatoriedade de certificação dos produtos orgânicos que se aplicam apenas nos casos da venda entre agricultores e consumidores diretamente e é exclusivamente para agricultores familiares: as Organizações de Controle Social (OCS). As OCS devem se cadastrar junto ao MAPA, podendo ser associações ou outras organizações de agricultores. Elas devem orientar seus produtores quanto à produção orgânica e são fiscalizadas diretamente pelo MAPA por meio das Comissões de Produção Orgânica Estaduais (CPOrg).

Cabe lembrar que a conformidade orgânica não deve ser o objetivo final dos produtores alternativos. Por ser um sistema de avaliação da conformidade, teve que se estabelecer em bases objetivas que permitam as auditorias. As normativas devem ser entendidas como uma etapa ou padrões mínimos no caminho de atender a princípios e éticas mais amplas e subjetivas de qualquer vertente que seja. Dessa forma, trabalhos principalmente de autores europeus, comparam a agroecologia com a agricultura orgânica europeia e apontam a falta de normatizações e selos não fazem sentido quando se conhece o histórico brasileiro e a evolução da Agroecologia. Produtos agroecológicos que precisem, por questões mercadológicas, ser auditados e certificados podem atender à legislação brasileira de orgânicos.

No entanto, para conseguir acesso, principalmente, às políticas de compras públicas tem havido pressão de agricultores e associações às secretarias estaduais de agricultura e órgãos de extensão rural para o estabelecimento de normas menos rígidas para a declaração de produtores ou produtos agroecológicos. Atendendo a essas pressões o estado de São Paulo estabeleceu o Protocolo de Transição Agroecológica (SÃO PAULO, 2022), em que os produtores passaram a ser acompanhados por extensionistas para atender a nove práticas descritas na Regulamentação das Diretivas Técnicas. Os produtores que aderirem recebem a declaração ou o certificado de transição agroecológica e podem comercializar em feiras, eventos, mercados, compras coletivas de grupos de consumidores e compras institucionais

(públicas e privadas). De acordo com o protocolo, o processo de transição agroecológica terá duração máxima de cinco anos, mas não fica claro o que será feito após esse período. Espera-se que após ou durante esse período os produtores entrem em processo de conversão orgânica para serem finalmente certificados e não se crie um “Certificado de Produtor Agroecológico” ou qualquer coisa semelhante, pois, nesse caso, a agroecologia seria diminuída para apenas nove práticas selecionadas.

2.1.3.2 Agroecologia

O termo agroecologia surgiu em 1928 se referindo à aplicação dos princípios ecológicos na agricultura e até o final da década de 1960 foi usado nesses termos quase exclusivamente na Alemanha e nos Estados Unidos. Nas décadas de 1970 e 1980, o termo começou a ser usado como um arcabouço conceitual e metodológico para estudo dos agroecossistemas. Esse é um conceito-chave da agroecologia e foi primeiramente usado por Odum em 1969 se referindo aos ecossistemas “domesticados”. Também na década de 1980, o termo agroecologia passou a ser usado em pesquisas de SAT em países periféricos tropicais e subtropicais. Nos SAT, passaram a identificar exemplos de manejos ecológicos para a produção agrícola.

Wezel e Soldat (2009) identificam a década de 1990 como o momento de institucionalização e consolidação na agroecologia. Foi nessa década que ocorreu um aumento exponencial na publicação de livros e artigos sobre o tema e que começam a ser publicados trabalhos sobre o assunto no Brasil, na China e na Índia, além dos países que já trabalhavam o assunto como Alemanha, França, Reino Unido e Holanda. A partir dos anos 2000, começou-se a entender que a agroecologia poderia ir além do agroecossistemas em direção aos sistemas alimentares. Ainda, novas dimensões, além da agrícola e da ecológica passaram a integrar o campo da agroecologia tais como: economia, política, sociologia, antropologia, tornando-se um assunto transdisciplinar (WEZEL; SOLDAT, 2009).

Gliessman (2018, p. 559) define agroecologia como:

Agroecology is the integration of research, education, action and change that brings sustainability to all parts of the food system: ecological, economic, and social. It's transdisciplinary in that it values all forms of knowledge and experience in food system change. It's participatory in that it requires the involvement of all stakeholders from the farm to the table and everyone in between. And it is action-oriented because it confronts the economic and political power structures of the current industrial food system with alternative social structures and policy action. The approach is grounded in

ecological thinking where a holistic, systems-level understanding of food system sustainability is required.

De forma bastante sintética, pode-se referir à agroecologia como ciência, prática e movimento.

Tendo em vista a importância de adotar sistemas de produção de alimentos de base agroecológica, fica o desafio de como fazer a transição de sistemas imersos na lógica da industrialização da agricultura para a lógica agroecológica sem, com isso, inviabilizar economicamente a produção durante o processo e garantindo mercados consumidores para esses “novos” produtos. Gliessman (1998) conceituou conversão de sistemas convencionais para agroecológicos como um processo de transição com três etapas demarcadas. Em 2015, o autor adicionou outros dois níveis visando que o processo se estendesse para além das fronteiras das propriedades agrícolas e que atingisse o Sistema Agroalimentar (SA) e a sociedade em que estão inseridos (GLIESSMAN, 2016). De forma simplificada, essas etapas são:

- 1 Aumento da eficiência dos insumos industriais e de práticas convencionais de forma a reduzir o uso e consumo de insumos caros, escassos e prejudiciais ao meio ambiente.
- 2 Substituição de insumos e práticas industriais/convencionais por práticas alternativas.
- 3 Redesenho do agroecossistema de forma que funcione tendo como base um novo conjunto de práticas ecológicas.
- 4 Reestabelecimento de conexão direta entre quem produz e quem consome os alimentos.
- 5 Com as bases criadas por agroecossistemas sustentáveis nas propriedades agrícolas no nível 3, e as novas relações de sustentabilidade no nível 4, construa um novo SA global baseado em equidade, participação, democracia e justiça que não seja apenas sustentável mas que ajude a restaurar e proteger os sistemas de suporte à vida dos quais todos dependemos.

Becker e Silva (2021) ao analisar os primeiros três níveis afirmam que essa ideia evolucionária, implícita nos níveis da transição, é objeto de inúmeras críticas, a exemplo de Schmitt (2009), a qual assevera que enquanto um processo socioecológico, não pode ser concebido como uma série de etapas consecutivas, mas notadamente marcado pela complexidade, não linearidade e conflitos, características próprias da mudança.

Com a pandemia de covid-19, Altieri e Nicholls (2021, p.246) afirmam que

torna-se evidente que a saúde humana, animal e ecológica estão estreitamente vinculadas. Isto significa uma nova tomada de consciência das contradições embutidas na dinâmica errática do capitalismo corporativo globalizado, consubstanciadas na manutenção de formas de apropriação destrutiva dos sistemas de suporte da vida no planeta. Uma resposta consistente a este novo estágio de aguçamento da crise não poderá mais continuar omitindo as causas profundas das ameaças persistentes à vulnerabilidade socioecológica do nosso mundo.

Os autores entendem que a agroecologia surge como uma alternativa possível e apontam cinco eixos de intervenção não hierarquizados: abolição progressiva do uso de pesticidas; enriquecimento da matriz ecológica; revitalização de pequenos agricultores; otimização da agricultura urbana; sistemas alternativos de produção agropecuária

De acordo com Rosset e Altieri (2017), com o redesenho do sistema produtivo espera-se que se estabeleça uma infraestrutura ecológica capaz de prover serviços ambientais tais como: aumento da fertilidade do solo e da retenção e ciclagem de nutrientes, manutenção da umidade, regulação de pragas e doenças, polinização entre outros. Assim, os custos associados ao redesenho dos agroecossistemas tendem a ser maiores nos primeiros três a cinco anos. Uma vez que os processos ecológicos se tornam mais dinâmicos e ativos a necessidade de insumos externos e de trabalho diminui e, conseqüentemente, os custos de manutenção do sistema tendem a se reduzir, conforme demonstrado na Figura 1 a seguir.

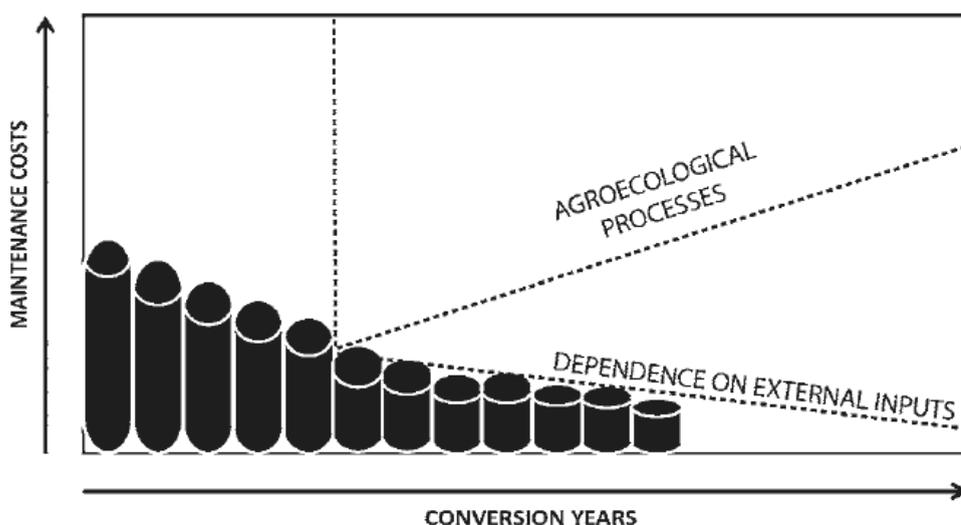


Figura 1 – O processo Agroecológico
Fonte: Rosset e Altieri (2017, p.30)

2.1.3.2.1 Princípios Agroecológicos

Diversos autores vêm tentando sistematizar os conhecimentos agroecológicos em princípios gerais. Gliessman e Altieri se concentram mais nas questões de produção vegetal. Percebendo essa lacuna, Dumont e Wezel e Peeters passam a tratar da produção animal e Wezel, compreendendo a profusão de princípios, faz o esforço de consolidá-los. A seguir, apresenta-se com mais detalhes essa discussão.

Altieri (1995) visando orientar os diversos manejos possíveis dentro de sistemas agroecológicos, propôs seis princípios agroecológicos:

1. Aumentar a reciclagem de biomassa, objetivando otimizar a decomposição da matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes ao longo do tempo.
2. Fortalecer o “sistema imune” dos sistemas por meio do aumento funcional da biodiversidade.
3. Promover as melhores condições do solo para o crescimento das plantas, particularmente pelo manejo da matéria orgânica e o aumento da atividade biológica do solo.
4. Minimizar as perdas de energia, água, nutrientes e recursos genéticos pelo aumento da conservação e regeneração do solo, da água e da agrobiodiversidade.
5. Diversificar espécies e recursos genéticos no agroecossistema ao longo do tempo e do espaço considerando a escala da propriedade e da paisagem.
6. Melhorar as interações biológicas benéficas e sinergias entre os componentes da agrobiodiversidade, promovendo os processos ecológicos e serviços chaves.

Também a FAO, que tem promovido discussões em torno da agroecologia desde 2014, entendendo-a como uma possível abordagem para agricultura e sistemas alimentares mais sustentáveis. A partir dessa discussão, em 2018, ela publicou os 10 elementos da Agroecologia (BARRIOS, 2018), com o objetivo que eles sirvam de orientações para a implementação de políticas públicas entre os 197 países-membros das Nações Unidas. Pretendendo consolidar os princípios e elementos citados, Wezel *et al.*(2020) consolidaram 13 princípios agroecológicos, sistematizando sua escala de aplicação e correspondência com os elementos da FAO. Esse trabalho está apresentado no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 - Consolidação dos 13 princípios agroecológicos, sua escala de aplicação e correspondência aos Elementos da Agroecologia da FAO.

Princípio	Escala de Aplicação	Correspondência com os elementos da FAO
-----------	---------------------	---

1. Reciclagem. Preferencialmente, utilize recursos renováveis locais e feche, tanto quanto possível, os ciclos de nutrientes e biomassa.	C, P	Reciclagem
2. Redução de insumos. Reduza ou elimine a dependência de insumos comprados e aumente a autossuficiência.	P, SA	Eficiência
3. Saúde do solo. Garanta e melhore a saúde e o funcionamento do solo para um melhor crescimento das plantas, especialmente gerenciando a matéria orgânica e aumentando a atividade biológica do solo.	C	Refletido nos princípios de diversidade, sinergias e resiliência
4. Saúde animal. Garanta a saúde e o bem-estar dos animais.	C, P	Refletido na Resiliência
5. Biodiversidade. Mantenha e aumente a diversidade de espécies, diversidade funcional e recursos genéticos, e assim mantenha a biodiversidade global do agroecossistema no tempo e no espaço em escalas de campo, fazenda e paisagem.	C, P	Refletido parcialmente em Diversidade
6. Sinergia. Aumente a interação e sinergia e promova a integração e complementaridade ecológicas positivas entre os elementos dos agroecossistemas (animais, culturas, árvores, solo e água).	C, P	Sinergias
7. Diversificação econômica. Diversifique as rendas na fazenda garantindo que os agricultores de pequena escala tenham maior independência financeira e oportunidades de valor agregado, permitindo-lhes responder à demanda dos consumidores.	P, SA	Parcialmente em diversidade e em economia circular e solidária
8. Co-criação de conhecimento. Melhore a co-criação e compartilhamento horizontal de conhecimento, incluindo inovação local e científica, especialmente por meio da troca de informações entre agricultores.	P, SA	Co-criação e compartilhamento de conhecimento
9. Valores sociais e dietas. Construa sistemas alimentares com base na cultura, identidade, tradição, equidade social e de gênero das comunidades locais, que forneçam dietas saudáveis, diversificadas,	P, SA	Valores humanos e sociais e Cultura e tradições alimentares

sazonalmente e culturalmente apropriadas.		
10. Justiça. Apoie meios de vida dignos e robustos para todos os envolvidos nos sistemas alimentares, especialmente os produtores de alimentos em pequena escala, com base no comércio justo, emprego justo e tratamento justo dos direitos de propriedade intelectual.	P, SA	Parcialmente em valores humanos e sociais
11. Conectividade. Garanta proximidade e confiança entre produtores e consumidores através da promoção de redes de distribuição justas e curtas e pela reinserção dos sistemas alimentares nas economias locais.	SA	Parcialmente em economia circular e solidária
12. Governança de terras e recursos naturais. Reforce os arranjos institucionais para melhorar, incluindo o reconhecimento e apoio de agricultores familiares, pequenos agricultores e produtores de alimentos camponeses como gestores sustentáveis de recursos naturais e genéticos.	P, SA	Governança responsável
13. Participação. Incentive a organização social e maior participação na tomada de decisões por parte dos produtores e consumidores de alimentos para apoiar a governança descentralizada e o gerenciamento adaptativo local de sistemas agrícolas e alimentares.	SA	Parcialmente em economia circular e solidária

Fonte: Wezel *et al.* (2020)

Legenda: C: campo ou áreas de plantio; P: propriedade e/ou seu entorno (Agroecossistema); SA: Sistema Agroalimentar (todos os agentes desde a produção de insumos até os consumidores finais).

2.2 Produção Animal Agroecológica e/ou Orgânica

Conforme discutido anteriormente, existem poucos trabalhos na literatura mundial que se dedicam à produção animal agroecológica. Na França, os trabalhos de Dumont têm abordado o tema e buscado discutir teoricamente sobre quais princípios essa produção deve ser planejada. Baseando-se nos princípios de Altieri (1995), Dumont *et al.* (2013), propõem outros cinco princípios para o planejamento de sistemas de produção animal sustentáveis. São eles:

1. adotar práticas de manejo que melhorem a saúde animal;
2. diminuir os insumos externos necessários à produção;
3. diminuir a poluição otimizando o funcionamento metabólico dos sistemas;
4. aumentar a diversidade dentro dos sistemas de produção animal para aumentar sua resiliência;
5. preservar a diversidade biológica dos agroecossistemas adaptando as práticas de manejo.

Tais princípios são bastantes tecnicistas e parecem apontar que mudanças pontuais e adaptações nos sistemas de produção animal existentes são capazes fazê-los se tornar sustentáveis. Nesse sentido, os autores lançam mão do conceito de sustentabilidade fraca, como definido pela economia ecológica.

Em seguida, Dumont *et al.* (2014) identifica temas-chave de pesquisa para aumentar o conhecimento sobre aspectos técnicos e de inovação organizacional que são necessários para o desenvolvimento da produção animal de base agroecológica. São eles: 1) capacidades adaptativas dos animais; 2) recursos alimentares e produção de forragem; 3) desenho e avaliação dos sistemas de produção animal; 4) maneiras de aumentar a escala da produção animal agroecológica.

Ao discutir o tema 3 os autores já começam a lançar mão de uma visão mais holística dos sistemas, lembrando que o enfoque deve ser no resultado do sistema e não no resultado unitário médio e que a avaliação deve ser feita considerando perspectivas de longo prazo. Assim, há a necessidade de aplicar ou desenvolver indicadores qualitativos e quantitativos que sejam capazes de avaliar quando os sistemas produzem mais de um produto.

Ao tratar do tema 4 os autores reconhecem que as experiências já existentes dos sistemas orgânicos podem dar uma ideia do que pode ser feito para aumentar a velocidade de adoção dos sistemas agroecológicos animais. Além desses temas, restam as questões de organização social e a necessidade de políticas públicas já que a criação de paisagens mais biodiversas não dependem dos produtores individuais apenas, mas de uma ação coordenada entre eles.

Para Wezel e Peeters (2014) as práticas agroecológicas para sistemas sustentáveis para a produção animal de herbívoros devem: 1) diversificar o uso da terra; 2) manejar recursos em sistemas mistos lavoura-pecuária; 3) conservar a biodiversidade; 4) manejar as pastagens; 5) manejar os rebanhos; 6) focar nos sistemas alimentares; e 7) diversificar as fontes de renda.

Embora os princípios de Dumont *et al.* (2013) e Wezel e Peeters (2014) não sejam contraditórios, os de Dumont *et al.* (2013) são muito voltados aos sistemas produtivos e não mencionam a integração das atividades produtivas com o SA como um todo, esforço que Wezel e Peeters (2014) tornam explícitos em seus dois últimos princípios.

Bonaudo *et al.* (2014), estudando especificamente os princípios agroecológicos para o redesenho de sistemas de integração lavoura pecuária, comparam dois estudos de caso, um na França e outro na região amazônica brasileira. Apesar de bastante diferentes, os autores apontam duas semelhanças: ambos produzem internamente toda a alimentação necessária ao rebanho e uma pequena parcela da sua receita vem da produção vegetal. Os autores afirmam também que, apesar da importante contribuição desses sistemas integrados aos processos ecológicos, eles foram marginalizados na agropecuária mundial que favoreceu os sistemas especializados de produção. Os motivos apontados pelos autores são que as economias de escala e que favorecem os objetivos de produção em massa, são muito superiores à economia de escopo, que é atingida com a diversificação de produtos; entretanto, as incertezas dos mercados agrícolas podem apontar a um favorecimento dos sistemas integrados por sua maior resiliência.

Ainda, as políticas públicas que incentivaram a especialização e as grandes produções (tanto no Brasil quanto na Europa) podem ser redirecionadas visando ao pagamento de serviços ambientais e à criação de mercados para a agricultura alternativa. Outro ponto destacado é que a complexidade da integração pode limitar a adoção de sistemas integrados. Essa limitação ocorre principalmente por uma educação agrícola focalizada na monocultura e pode ser superada por um gerenciamento inteligente que consiga combinar a produção diversificada e o uso limitado de insumos. Finalmente, os autores apontam que fatores edafoclimáticos locais também podem estimular a adoção de sistemas integrados pois os sistemas integrados que sobreviveram estão localizados em regiões em que a produção é possível mas não as altas produções (BONAUDO *et al.*, 2014). Nessas últimas, há uma organização de indústrias a montante e a jusante das propriedades agrícolas que favorecem produções altamente especializadas por viabilizarem baixos custos da alimentação animal e de transporte dos produtos.

No Brasil, podem ser encontrados principalmente estudos de caso, mas trabalhos recentes começam a se debruçar sobre a sistematização desses trabalhos e técnicas apropriadas. Figueiredo e Soares (2012, p.8) afirmam que, nos sistemas orgânicos, são necessárias “práticas zootécnicas que maximizem o bem estar animal, a qualidade do produto

produzido e o retorno econômico, aliado a genótipos adaptados a tais tipos de sistemas não intensivos, para que os mesmos produzam adequadamente sem o uso de insumos externos à propriedade e sem prejuízo a saúde e ao bem estar dos mesmos”. Já o trabalho de Machado Filho *et al.* (2023), busca apontar os desafios para a criação animal agroecológica e indicar as possibilidades de integração com a produção vegetal. Para esses autores, o primeiro passo para a adoção da agroecologia nos sistemas de produção animais é mental, isto é, “convencimento baseado no conhecimento técnico científico e fortalecido pela prática” (MACHADO FILHO *et al.*, 2023, p. 218). Os autores deixam claro que não se trata de criar um “manual” mas que os profissionais precisam conhecer alternativas tecnológicas bem-sucedidas e cientificamente embasadas. Assim, os autores passam a discutir sobre as opções tecnológicas disponíveis para a criação de ruminantes, suínos e aves agroecológicas e os potenciais benefícios ambientais e econômicos da adoção dessas técnicas.

Tratando-se da produção leiteira agroecológica no Brasil, trabalhos têm relatado a adoção e a difusão do Pastoreio Racional Voisin (PRV), principalmente nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (VEIGA; MACHADO, 2018; CANAVER *et al.* 2006; MACHADO; BALEN; SANTINI, 2019). No Rio de Janeiro, Sanavria *et al.* (2017) relatam a implantação de um sistema integrado de produção agroecológica para a produção de leite orgânico composto por pastejo rotacionado em piquetes arborizados, produção de milho identificando aumento da atividade biológica após seis meses. Já Canholi (2009) discute um projeto para melhoria da produção de leite baseada na transição agroecológica em um assentamento em Itapeva (SP) sendo realizados diagnóstico participativo, capacitações com os participantes e implantação de ações tais como recuperação de pastagens degradadas, implantação de pastejo rotacionado e melhoria no manejo dos animais. Nesse trabalho os autores constataram um aumento de 22,3% da produção de leite durante o período chuvoso.

Ao considerar a produção de leite orgânica, a quantidade de trabalhos aumenta consideravelmente, permitindo inclusive a realização de uma revisão sistemática sobre o tema por Sales *et al.* (2020). Nesse trabalho, os autores compilaram outros 29 artigos que tratam do tema, dos quais apenas 5% são realizados para o Brasil. Como principais desafios os autores identificaram: a logística de processamento e distribuição do leite; o manejo holístico da fazenda principalmente pensando no manejo sanitário preventivo e a produção própria de alimentação dos animais já que as rações orgânicas são de difícil acesso aos produtores. A dificuldade de comercialização e logística fez com que diversas fazendas orgânicas,

particularmente as mais antigas, optassem por também processar o leite produzido, como os exemplos das Fazendas Nata da Serra (SP) e Malunga (DF).

Ao contrário do que se encontra quando se trata da produção agroecológica de leite, os autores apontam como uma área de estudo predominante os aspectos econômicos aliados à sustentabilidade dos agroecossistemas. Observa-se que são mais frequentes trabalhos que abordem a análises de custos da produção de leite orgânico comparando-os aos de produções convencionais. Por exemplo, Recalde *et al.* (2011) comparando um conjunto de produtores assentados em Mato Grosso do Sul identificaram produtividade (- 1,01%) e custos (-3,7%) ligeiramente menores na produção de leite. Alves *et al.* (2009) trabalhando com uma fazenda no Distrito Federal identificaram índices de produtividade semelhantes aos de produções convencionais média e giro do capital imobilizado similar aos índices de Goiás e de São Paulo. Nesse trabalho também foi identificado alto nível de ociosidade do capital imobilizado que estava diretamente relacionado com o menor volume de produção. Finalmente, Holmström *et al.* (2020), ao compararem uma fazenda orgânica com outras seis propriedades com características produtivas semelhantes também identificaram viabilidade econômica apontando margem bruta por litro maior do que as demais mas margens líquidas por litro, por ano e por área negativas, resultados próximos aos de outras duas propriedades analisadas. Não foi encontrado para o Brasil nenhum trabalho que analisasse projetos de investimento seja para a conversão orgânica ou para a transição agroecológica como o apresentado neste trabalho.

Tratando-se da sustentabilidade dos Agroecossistemas Valente e Saravia (2024) ao analisar trabalhos brasileiros mostram que os métodos utilizados para tais análises foram Apoia Novo Rural e o Sistema de Avaliação de Impactos Ambientais de Inovações Tecnológicas Agropecuárias (Ambitec-Agro), ambos da Embrapa Meio Ambiente; Análise e Síntese Emergética baseados nos trabalhos de H. T. Odum; o Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de los Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), desenvolvido no México em 1995, além de ferramentas de geoprocessamento. Como neste trabalho optou-se por usar o Ambitec-Agro, esta revisão vai se ater aos trabalhos que o utilizaram. Cabe ressaltar que essa metodologia vem sendo usada desde sua criação, em 2002, para avaliação de impactos em diversos âmbitos. Nos sistemas orgânicos ou agroecológicos, Sales *et al.* (2020) o utilizaram para avaliar o impacto da Produção Agroecológica Integrada e Sustentável (PAIS) em unidades familiares no Distrito Federal e

Demattê Filho *et al.* (2023) o utilizaram para avaliar os impactos da produção de aves sob agricultura natural.

Tratando-se especificamente da produção de leite Canholi (2009) utilizou o software Ambitec-Agro Produção Animal na avaliação da transição agroecológica e dos SPL. As práticas convencionais utilizadas anteriormente no sistema tinham um impacto negativo de -3,82 e passaram a um impacto positivo de 4,21 com a utilização das técnicas sugeridas.

Campos *et al.* (2018) o utilizaram para avaliar a conversão orgânica de 28 produtores que tinham como principal atividade a produção de leite com emprego de mão-de-obra familiar no Paraná. Esses produtores eram uma amostra dos mil produtores familiares atendidos pelo programa Cultivando Água Boa vinculado à Usina Itaipú Binacional. As tecnologias implantadas pelo programa eram: PRV; uso de insumos alternativos presentes nas propriedades, substituição de medicamentos veterinários alopáticos por homeopáticos e fitoterápicos, substituição de insumos químicos nas pastagens por adubação orgânica e controle biológico. O índice geral de impacto dos produtores foi positivo, de 2,07 em consideração às dimensões social, ambiental e econômica conjuntamente. Considerando somente os critérios sociais, o índice de impacto foi de 3,18 tendo em conta apenas os ambientais o índice foi de 0,63; e apenas os econômicos, o índice foi de 2,23, indicando benefícios em todos os aspectos analisados.

O trabalho mais recente sobre o assunto é o de Soares *et al.* (2021). Os autores utilizaram o Ambitec-Agro Produção Animal para a avaliação da conversão para sistemas de produção de leite orgânico. O estudo avaliou sete propriedades familiares do Distrito Federal e entorno comparando as atividades realizadas antes e depois da conversão orgânica. O índice geral de impacto antes da conversão era negativo (-2,13) e passou a positivo (3,37), indicando que a conversão a práticas orgânicas é benéfica ao meio ambiente.

2.3 Referenciais Econômicos que justificam a adoção de sistemas de produção alternativos

Os economistas têm desenvolvido, principalmente a partir do século XX, abordagens tanto micro quanto macroeconômicas que permitam discutir as interações entre os sistemas produtivos e a natureza. As abordagens microeconômicas tem foco nos insumos naturais e nos impactos ambientais gerados pela produção e consumo. As abordagens macroeconômicas visam orientar as ações governamentais, por meio de políticas públicas, que possam influenciar e orientar a tomada de decisão de empresas, stakeholders e consumidores.

A lógica *schumpeteriana*, que discute o papel da inovação (tecnológica ou não) gerou teorias que afirmavam que as tecnologias humanas poderiam resolver dos problemas gerados pelas ações humanas. Apesar de poderem contribuir para a redução dos impactos gerados pelos processos produtivos, há limite para as inovações tecnológicas pois elas não conseguem aumentar a capacidade de resiliência do meio ambiente e da mitigação dos impactos. De acordo com Mattos, Romeiro e Hercowitz (2011 p. 60) “a crença de que o avanço tecnológico e o acúmulo de capital monetário são perfeitos substitutos para o capital natural é um dos pilares do pensamento econômico conservador que baliza a economia ambiental”. Essa linha de pensamento também embasa os sistemas de produção convencionais que têm adotado tecnologias menos impactantes visando uma produção mais “sustentável”.

Entretanto, falta aos autores dessa abordagem considerarem que o provimento de recursos naturais necessários às atividades econômicas assim como os impactos ambientais dessas atividades precisam estar dentro da capacidade de suporte dos ecossistemas em que estão inseridos. De forma macro, o crescimento econômico precisa ser compatível com os limites da biosfera. Essa é uma das constatações que dão origem à Economia Ecológica. Nessa linha, a produção agroecológica é bastante alinhada quando tem como princípios a redução do uso de insumos externos, a saúde do solo e a ciclagem de nutrientes dentro da propriedade ou no entorno. A seguir apresenta-se, sucintamente, essas duas escola de pensamento econômico.

Um outro conceito, que pode ser abordado pela Economia Ecológica é a economia circular. Por entender que ele é relevante aos temas da Agroecologia, inclusive tem bastante aderência com os princípios sistematizados por Wezel *et al.*(2020), o princípio de economia circular será abordado no item 2.5.2.

2.3.1 Economia do Meio Ambiente e Economia Ecológica

A economia ambiental é a perspectiva econômica hegemônica atualmente e tem orientado diversas políticas públicas ambientais, a exemplo do Código Florestal Brasileiro. Essa perspectiva entende os impactos socioambientais como externalidades que são definidas como os efeitos que as empresas causam ao entorno social ou ambiental e que não são apropriados pelas mesmas. As externalidades podem ser positivas ou negativas. Externalidades positivas ocorrem quando as ações das empresas individuais causam benefícios que são usufruídos por pessoas externas às empresas. Por exemplo, a conservação das matas ciliares e do entorno das nascentes contribuem para a qualidade da água que é

utilizada por toda a população. Da mesma forma, a vacinação de animais para doenças infecciosas gera um ambiente saudável ao reduzir as chances de rebanhos vizinhos se contaminarem. Já as externalidades negativas ocorrem quando as ações de uma firma afetam negativamente outros agentes econômicos. Seus exemplos são relacionados aos impactos ambientais como poluição de rios afetando a atividade econômica de pescadores, uso de agrotóxicos contaminando corpos d'água e intoxicando pessoas e animais, entre outros.

Para essas questões a economia parte do princípio que é possível uma valoração monetária via mercado ou pelo Estado. A aplicação do Teorema de Coase às questões ambientais, por exemplo, propõe que todos os recursos naturais teriam seus direitos de propriedade atribuídos a algum agente. Esses direitos criariam um mercado para esses bens e serviços resolvendo as externalidades. Já a abordagem pigouviana propõe a internalização das externalidades pela atribuição de taxas aos bens públicos. Essas taxas tornam as formas de produção poluidoras mais caras, estimulando a adoção de inovações tecnológicas mais limpas e/ou poupadoras de bens e serviços ambientais.

A partir dessas contribuições, a literatura apresenta dois princípios para a cobrança de tributos ou taxa: o princípio poluidor pagador e o princípio usuário pagador. No princípio poluidor pagador, o poluidor pagará pelos danos ambientais causados. Já no princípio usuário pagador, o Estado, em nome da sociedade, se apropria do bem ambiental e permite seu uso de forma racionada entre os usuários. No Brasil a Política Nacional de Meio Ambiente (Lei nº 6.938/81) adota explicitamente ambos os princípios. Soma-se a esses dois o Princípio Protetor Recebedor que tem sido usado na aplicação dos Programas de Pagamentos por Serviços Ambientais. De acordo com Hupffer, Weyermüller e Waclawovsky (2011) “A sistematização do PSA na legislação brasileira sempre ocorreu de maneira esparsa, havendo notícias da implementação dessa política em alguns estados e municípios. Entretanto, diante da importância que a compensação por serviços ambientais vem ganhando no cenário internacional, há uma forte tendência a positivar sua aplicação no Brasil”. De fato, o cenário identificado pelos autores se confirmou 10 anos depois por meio da publicação da Lei n. 14.119, DE 13 DE JANEIRO DE 2021 que instituiu a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais.

Já a Economia Ecológica entende que a abordagem da economia ambiental está posta sob o conceito de sustentabilidade fraca pois “não se reconhecem as características únicas de certos recursos naturais que não podem ser substituídos pela ação humana. Como

consequência (...) o consumo de capital natural pode ser irreversível” (ROMEIRO, 2010, p.10).

A abordagem da sustentabilidade forte da economia ecológica considera que o sistema econômico está contido em um sistema maior que impõe restrições absolutas ao crescimento. Assim, o capital (econômico) e os recursos naturais são, principalmente, bens complementares, isto é, precisam ser usados juntos. A substituição possibilitada pela tecnologia é apenas parcial e restrita a certos casos. A grande questão então, seria como determinar até que ponto pode-se avançar. Para Romeiro (2010, p. 13)

a determinação de uma escala sustentável, da mesma forma que uma distribuição justa de renda, envolve valores outros que a busca individual de maximização do ganho ou do bem-estar, como a solidariedade inter e intra gerações, valores estes que têm que se afirmar em um contexto de controvérsias e incertezas científicas decorrentes da complexidade dos problemas ambientais globais. São, por estas razões, portanto, que a determinação da escala que se considere sustentável só pode ser realizada por meio de processos coletivos de tomada de decisão.

Dessa forma, a valoração ecológico-econômica (necessária para a economia ambiental) precisaria levar em conta a complexidade do ecossistema e qualquer valoração em termos econômicos representa apenas uma parte do que está ameaçado. Infelizmente, as consequências de não se respeitar a capacidade dos ecossistemas já é sentida hoje: riscos relacionados à qualidade dos alimentos convencionais; mal-estar do consumismo excessivo; constatação de que o *modus operandi* do sistema econômico capitalista aumenta a desigualdade e penaliza os mais pobres; e, as mudanças climáticas, cada vez mais aparentes atualmente.

2.3.2 Economia Circular

O princípio da reciclagem e a conseqüente redução de insumo externos da agroecologia podem também ser abordados pela economia circular. A reciclagem é feita na natureza o tempo todo, por meio dos ciclos biogeoquímicos. A ideia da economia circular é usar essa lógica também dentro das cadeias produtivas de forma a manter os limites econômicos dentro dos limites das barreiras planetárias. De acordo com Mattos, Romeiro e Hercowitz (2011) um dos principais desacordos entre a ecologia e a economia é que os sistemas produtivos humanos são pensados linearmente e os processos naturais são cíclicos. A

economia circular surge como uma alternativa ao modelo industrial linear “*take-make-dispose*” ou “*extract-produce-consume-trash*”.

De acordo com Korhonen, Honkasalo e Seppala (2018) a pesquisa científica sobre a economia circular ainda permanece amplamente inexplorada. A economia ecológica pode ser a fonte mais frutífera da qual o conceito prático, político e empresarial poderia encontrar suporte científico e teórico. A economia ecológica tem uma longa tradição em reciclagem e outros conceitos relacionados tanto em nível macro quanto microeconômico, embora não apresentados sob o título de economia circular.

Apesar do seu amplo uso, não há consenso sobre uma única definição ou sobre as origens Economia Circular, mas sabe-se que ela surgiu por demandas empresariais e certamente tem influências das ciências ambientais e dos limites planetários de Rockström *et al.* (2009). A definição de economia circular sugerida por Design *et al.* (2020) é bastante completa e será usada como referência neste trabalho. Para esses autores a Economia Circular é um modelo que adota uma visão baseada em recursos e sistêmica, com o objetivo de levar em consideração todas as variáveis do sistema Terra, a fim de manter sua viabilidade para os seres humanos. Ela serve à sociedade para alcançar o bem-estar dentro dos limites físicos e das fronteiras planetárias. Isso é alcançado por meio da inovação tecnológica e de modelos de negócios, que fornecem os bens e serviços necessários à sociedade, levando a uma prosperidade econômica de longo prazo. Esses bens e serviços são alimentados por energia renovável e dependem de materiais que são renováveis por meio de processos biológicos ou podem ser seguramente mantidos na tecnosfera, exigindo a extração mínima de matérias-primas e garantindo a disposição segura dos resíduos inevitáveis e sua dispersão no ambiente. A Economia Circular se baseia e gerencia os recursos disponíveis de forma sustentável, otimizando sua utilização por meio da minimização da produção de entropia, ciclos lentos e eficiência de recursos e energia. Para Korhonen, Honkasalo e Seppala (2018) a economia circular limita o fluxo de materiais a um nível que a natureza tolera e utiliza os ciclos dos ecossistemas nos ciclos econômicos, respeitando suas taxas naturais de reprodução.

São diversas as estratégias propostas pela economia circular para gerir os fluxos de recursos e energias mas são normalmente citados os cinco R: repensar o consumo, recusar, reutilizar, reparar, reciclar além da substituição de recursos não-renováveis por renováveis, aumento da durabilidade e redução da obsolescência entre outros.

Cabe ressaltar que a questão social não fica tão explícita nessa abordagem e que esta é, inclusive, uma das críticas ao conceito que se propõe sistêmico. Considerando a economia circular e a questão social necessária à prática da agroecologia, a produção agroecológica pode ser considerada um novo modelo de negócios, capaz de fornecer bens e serviços saudáveis à sociedade cuja produção é baseada em processos naturais, na busca pela circularidade do processo produtivo, na redução de distâncias entre produção e consumo permitindo a inclusão social e participação ativa da sociedade.

3 METODOLOGIA

Foi realizado um estudo de caso para o planejamento da transição agroecológica do SPL da FECM/UFF. Com a definição do novo sistema, procedeu-se à avaliação econômica e de impactos socioeconômicos, ambientais e institucionais. Para isso, esta metodologia está separada em quatro itens: Caracterização da FECM e do SPL; Definição do Projeto de Transição Agroecológica do SPL da FECM; Fluxo de Caixa e Análise de Viabilidade do Projeto; Ambitec-Agro.

3.1 Caracterização da área de estudo

A FECM é o campo experimental e de aulas práticas da Faculdade de Veterinária da UFF. Está localizada no km 34 da Rodovia RJ-122, e tem 158 hectares de extensão.

O município de Cachoeiras de Macacu é o 9º maior do estado do Rio de Janeiro com 954,749 km². Ele foi o 7º maior produtor rural do estado e o 1º em produção de goiabas em 2005. O rebanho bovino do município gira em torno de 30 mil cabeças, mas, desde 2010, a sua produção de leite do município tem diminuído expressivamente e tem havido aumento do rebanho de corte (IBGE, 2023). Apesar da tradição agrícola, a preservação ambiental do município tem bastante relevância pois a bacia hidrográfica Guapi/Macacu é responsável por abastecer quase 2 milhões de pessoas nas cidades de Itaboraí, São Gonçalo e Niterói (DANTAS, 2008).

É um município bastante chuvoso e quente. A pluviosidade média anual é de 2280 mm. Analisando dados entre 2007 e 2017, Carmo *et al.* (2022) apontam que agosto é o mês com menos chuvas (24mm) e janeiro o mês com mais chuvas (173mm). A temperatura média é de 22,9°C sendo fevereiro o mês mais quente (26,8°) e julho o mês mais frio (19,6°C).

A FECM é cercada pela Fábrica de Bebidas AMBEV, pela fazenda de produção de imunobiológicos do Instituto Vital Brasil e por diversas propriedades de manejo convencional. A Rodovia RJ-122 corta a FECM em duas partes (norte e sul). A parte norte é onde se localizam a sede, os criatórios experimentais, a ovinocultura, pastagens para bovinos de corte e a área destinada à construção do Hospital Veterinário de Grandes Animais.

A divisão dos pastos e das áreas de produção de forragem da FECM, suas áreas e ocupações pelos sistemas produtivos, são apresentadas na Figura 2 e na Tabela 1 a seguir. Cabe ressaltar que além do pasto 12 existem pastos antigos que estão em pousio pois estão bastante degradados. Essa degradação ocorreu na época em que a Fazenda tinha convênio

com o Instituto Vital Brasil (que durou até 2005/2006) e os equinos do Instituto utilizavam tais pastagens sem o manejo adequado. A degradação chegou a ponto de surgir uma voçoroca de grandes dimensões. Por esse motivo, é possível ver nas imagens essas áreas em que a vegetação original está começando a se recuperar.

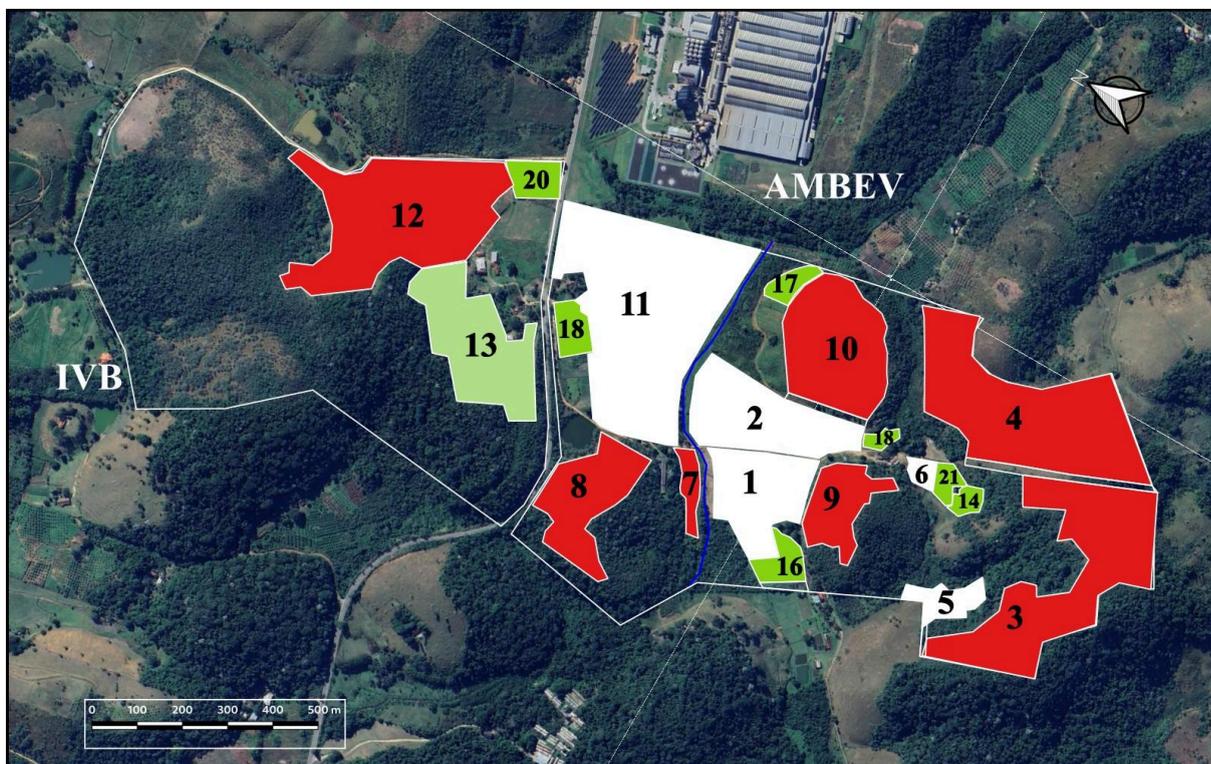


Figura 2 – Limites e distribuição das áreas produtivas da FECM/UFF em Cachoeiras de Macacu, RJ. Elaboração: da autora e do Prof. Arthur Nanni (NEPERMA/UFSC) a partir de imagem do Google Earth e baseada em Pimentel *et al.* (2022).

Tabela 1 -Nome das áreas demarcadas com suas respectivas áreas, categorias animais e sistemas de produção animal que as utilizam.

Legenda	Nome	Área (em ha)	Categoria animal que faz uso da área	Área destinada ao atendimento da:
1	Pasto Mombaça 1	5	Vacas em Lactação	Bovinocultura de leite
2	Pasto Mombaça 2	4,3	Vacas em Lactação	Bovinocultura de leite
3	Pasto Sul 1	6,3	Nelores Adultos	Bovinocultura de corte
4	Pasto Sul 2	7	Nelores Adultos	Bovinocultura de corte
5	Pasto Mavuno	1	Bezerro desmamados e Novilhas	Bovinocultura de leite
6	Pasto Bezerros	0,4	Bezerros	Bovinocultura de leite

7	Pasto Rio Caboclo	0,6	Nelores Adultos	Bovinocultura de corte
8	Pasto Leste 1	3,6	Nelores Adultos	Bovinocultura de corte
9	Pasto Leste 2	2,2	Nelores Adultos	Bovinocultura de corte
10	Pasto Oeste	6,7	Nelores Adultos	Bovinocultura de corte
11	Pasto Centro	13,9	Vacas secas e novilhas	Bovinocultura de leite
12	Pasto Norte	8,7	Machos reprodutores e do leite que vão para corte	Bovinocultura de corte
13	Pasto Ovinos	5,7	Ovinos	Ovinocultura
14	Capineira Sul	0,4		Todas as culturas
15	Capineira Ordenha	0,3		Todas as culturas
16	Capineira Leste	1		Todas as culturas
17	Capineira Oeste	0,6		Todas as culturas
18	Capineira Centro	0,9		Todas as culturas
20	Capineira Norte	0,8		Todas as culturas
21	Cana	0,5		Todas as culturas

Fonte: Elaboração da autora com base no mapa de Pimentel *et al.* (2022).

A parte sul da FECM é cortada por um curso d'água que recentemente teve sua Área de Preservação Permanente (APP) replantada e que está em processo de recuperação. Nessa parte, está a área em que se localiza a maior parte dos sistemas de produção animais. A bovinocultura de leite ocupa 24,6 hectares, a bovinocultura de corte ocupa 35,1 hectares além do canavial e 6 capineiras. A sala de ordenha e o curral de manejo se localizam entre o pasto 9 e a capineira 18. A Figura 2 apresenta em vermelho as pastagens destinadas à bovinocultura de corte, em branco à bovinocultura de leite, em verde-escuro as áreas de produção de forragem e em verde claro a pastagem da ovinocultura.

Tratando especificamente do SPL, os animais em lactação têm acesso a uma área de 9,3 hectares formada com capim mombaça e dividida em 32 piquetes. Como o manejo é convencional, a pastagem recebe adubação química (principalmente NPK e ureia), de acordo

com o recomendado pela análise de solo. Os demais animais do sistema têm acesso a pastagens de capim *Braquiária humidicola* com 15,3 hectares.

O rebanho leiteiro é composto por 83 animais sendo 36 vacas das quais 27 em lactação, 40 bezerros e 5 novilhas (girolando com graus de sangue variando de $\frac{1}{4}$ a $\frac{3}{4}$ de holandês). A fazenda produz entre 7 e 9 mil litros de leite por mês e os animais produzem, em média, 10 litros de leite ao dia.

O manejo nutricional dos animais fora de lactação é feito apenas com sal mineral na época das chuvas (geralmente de outubro a abril/maio) e no inverno recebem suplementação com silagem de capim elefante. Os animais em lactação recebem ração concentrada durante a ordenha e suplementação com silagem de capim ou milho durante o inverno. Quando acaba a silagem os animais são suplementados com cana com ureia. Para isso, o sistema ainda conta com 0,5 hectare de cana e 4,1 hectares de capineira. A silagem de milho é produzida na fazenda quando há plantação. O sal mineral é ofertado em cochos e na alimentação no cocho dos animais em lactação.

O manejo sanitário é feito pelo médico veterinário da Fazenda e consiste na aplicação das vacinas de Aftosa, Raiva, Brucelose e Clostridioses. Quando há casos de mastite ou outras questões os animais são tratados com medicamentos alopáticos.

O manejo reprodutivo é feito com Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) e o repasse com touros. Quando é possível observar o cio natural também é realizada inseminação artificial.

Tratando-se das instalações há um curral de manejo com brete, um curral para alimentação e a sala de ordenha canalizada com quatro conjuntos e tanque de resfriamento na sala de leite. Em 2023 a fazenda produziu em média 5900 litros de leite por mês, variando de 5 a 7 mil litros entre os meses de inverno e verão. O leite produzido é comercializado a um laticínio local.

Ainda que seus sistemas de produção animal sejam bastante convencionais, alguns professores têm se aproximado dos produtores orgânicos na região via acompanhamento das reuniões, projetos de extensão e organização participativa de eventos voltados para esse público. Todos os produtores vinculados ao Sistema Participativo de Garantia (SPG) ABIO de Cachoeiras de Macacu têm a produção vegetal como escopo, mas alguns produtores de leite tem se aproximado do grupo. Uma demanda identificada pelos produtores foi o desenho de um Sistema Agroflorestal (SAF) com foco em banana, já que o município conta com uma fábrica de banana-passa, com uma linha orgânica, certificada pelo mesmo SPG.

3.2 Definição do Projeto de Transição Agroecológica do SPL da FECM

Para Nicholls, Altieri e Vazquez (2016), o redesenho de um sistema é o último estágio da transição agroecológica (no âmbito da propriedade rural) e consiste em etapas práticas para romper com a lógica da monocultura ao restaurar a biodiversidade agrícola nos campos e na propriedade. O aumento da biodiversidade é a principal estratégia de transição pois ao aumentar a diversidade nos grupos funcionais promovem-se processos-chaves para o funcionamento do agroecossistemas por exemplo: a regulação de pragas, a ciclagem de nutrientes, etc.

O projeto de transição do SPL foi feito objetivando-se atender a toda a regulamentação de produção orgânica de forma que o leite possa ser vendido como orgânico a partir do terceiro ano de implantação e, em seguida, continuar com o manejo das áreas selecionadas a serem recuperadas. Isso porque a conversão orgânica (definida na Portaria MAPA nº 52/2021) é apenas um passo em direção à transição agroecológica e ao reequilíbrio ecológico do sistema.

Assim, baseando-se na literatura nacional existente sobre os sistemas de produção animal agroecológicos, o conhecimento da região e das experiências dos agricultores locais e as vivências realizadas durante o mestrado no PPGAO, foram propostas estratégias adequadas às condições locais. De acordo com Machado Filho *et al.* (2023, p. 219)

não se trata de buscar algum manual, o que seria uma completa contradição com a proposta agroecológica. Mas, para que a produção se concretize, é preciso que se conheçam alternativas tecnológicas bem-sucedidas e comprovadas pela investigação científica, aliadas às práticas e saberes populares e ancestrais.

Nichols, Altieri e Vazquez (2016) compararam os princípios propostos por Altieri(1995) com as práticas de manejo implementadas, analisando-se qual prática contribui para o alcance de quais princípios. Pretende-se fazer o mesmo utilizando-se os princípios da agroecologia sistematizados por Wezel *et al.* (2020).

Apesar de essa transição ainda não estar nos objetivos dos gestores da fazenda, algumas ideias desse projeto podem vir a ser aplicadas no local ou na região. Um exemplo é a recuperação de pastagens por meio da implantação de um SAF biodiversos consorciados com pastagem bem como a delimitação com barreiras verdes entre pastagens do gado de leite e de corte que também serviria como quebra-vento para as ventanias que eventualmente ocorrem na região, principalmente nas áreas de baixada (áreas 1, 2, 11 na Figura 2).

3.3 Fluxo de Caixa e Análise de Viabilidade do Projeto

Economicamente, o projeto de transição agroecológica da FECM pode ser tratado como um investimento, pois espera-se que o valor investido no projeto retorne no futuro, seja pelo aumento do preço pago pelo leite, seja pela produção de outros produtos. Nesse sentido, a análise de investimento serve para indicar se é ou não vantajoso investir no projeto.

Para realizá-la é necessário que sejam montados os fluxos de caixa do projeto a ser analisado. Esses fluxos refletem as entradas e saídas dos recursos e produtos e são montados com os dados do projeto e do mercado no ano em que se inicia o projeto. Os fluxos de entrada são os valores monetários obtidos pela venda de produtos do projeto e secundários, subsídios governamentais (quando existem); financiamentos e o valor residual dos bens de capital que ultrapassam o horizonte do projeto. Os fluxos de saída são as despesas de investimento, isto é, aqueles necessários à implantação do investimento analisado, e as despesas operacionais, aquelas necessárias ao pleno funcionamento do projeto. A diferença entre esses fluxos é o fluxo líquido e sobre ele é possível calcular a rentabilidade dos investimentos (NORONHA, 1987). Assim, foram montados todos os orçamentos do investimento, definidos os fluxos do SPL em transição agroecológica e calculados os indicadores selecionados. Nessa análise utilizou-se a metodologia de preços constantes em que todos os preços são mantidos invariáveis durante todo o horizonte de planejamento. Assim, evita-se a necessidade de previsão de preços que podem se afastar muito da realidade.

Foram selecionados e calculados três indicadores clássicos da análise de viabilidade de projetos: o período de *payback* (PP), o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR). A forma de cálculo e as limitações de cada um deles são apresentadas a seguir.

3.3.1 Período de *Payback*

O período de *payback* considera como elemento de decisão o número de anos para que a empresa recupere o capital investido no projeto. Isso é, o número de anos necessários para que a soma dos fluxos líquidos seja zero.

É importante destacar que apesar da simplicidade do cálculo e de sua popularidade, o PP apresenta algumas limitações por exemplo: ele não usa todas as informações disponíveis no projeto, não é uma medida de lucratividade do projeto e nem considera o valor do dinheiro no tempo.

3.3.2 Valor Presente Líquido

Considerando-se o horizonte de planejamento N e L_t o fluxo líquido em qualquer ano ($t=0,1,2,3,\dots, N$) o VPL é definido por:

$$VPL = \sum_{t=0}^N \frac{L_t}{(1+\rho)^t}$$

Em que ρ é a taxa de desconto real utilizada no projeto.

Calculado o VPL, o projeto deve ser aceito se o VPL for maior que zero.

3.3.3 Taxa Interna de Retorno

A TIR é o valor de ρ que torna o VPL zero. Isto é:

$$\sum_{t=0}^N \frac{L_t}{(1+\rho^*)^t} = 0$$

Deve-se aceitar o projeto se a TIR for maior que o custo do capital para a empresa. Como vantagens desse indicador Noronha (1987) afirma que ele representa uma taxa de juros sobre o investimento e pode ser comparado diretamente com o custo do capital ou com as alternativas de aplicação do recurso no mercado financeiro. Cabe ressaltar que, em fluxos não convencionais (quando os fluxos líquidos se alternam entre positivo e negativo), apesar de a TIR poder ser calculada nas planilhas eletrônicas, seu valor não é confiável e não deve ser considerado na análise do investimento.

3.3.4 Premissas

Para as análises apresentadas neste trabalho foram assumidas as seguintes premissas:

- 1) Por se tratar de um projeto a ser executado em uma universidade, optou-se por não considerar a parte tributária na análise.
- 2) Também não será incluído o custo de oportunidade da terra pois, como as taxas de juros brasileiras são muito altas, geralmente a inclusão desses custos inviabilizam a maioria dos projetos de investimento.
- 3) A taxa de desconto a ser utilizada é de 6% ao ano de juros real. O que levaria a uma taxa de juros nominal próxima da SELIC média de 2023.

3.3.5 Fonte de Dados e Horizonte de Planejamento

Para a realização deste estudo foram utilizados os dados de produção, preços e despesas dos gestores do SPL. Os dados disponíveis eram de maio a novembro de 2023. Para a composição dos Fluxos, os dados faltantes foram estimados com base nas médias dos meses disponíveis.

Para a implantação das linhas de SAFs foram levantadas as necessidades de manejo e insumos do Engenheiro Agrônomo e Consultor de Projetos Agroflorestais Andrei Pereira Oliveira. As necessidades de adubação foram calculadas de acordo com o sugerido pelo Prof. Róberson Pimentel, vice-coordenador da FECM, conforme análises de solo anteriores.

Os preços necessários ao projeto foram levantados em janeiro de 2024 a partir de produtores locais (mudas e caixas de meliponas), lojas agropecuárias e pela internet.

O horizonte de planejamento escolhido foi de 15 anos de forma que seja possível, além do restabelecimento das funções ecológicas do sistema, consequência esperada da transição agroecológica, a colheita do mogno implantado no pasto 9.

3.4 Sistema de Avaliação de Impactos de Inovações Tecnológicas Agropecuárias – Ambitec-Agro

A avaliação dos sistemas produtivos e, principalmente daqueles em transição agroecológica deve ser mais ampla do que apenas as questões produtivas e econômicas. É necessário avaliar a resiliência do sistema e sua relação com o ambiente e as comunidades em que o projeto estará inserido. Para isso foi realizada a análise dos impactos socioambientais advindos da transição do sistema utilizando-se o Ambitec-Agro. Esse método tem sido largamente utilizado pela EMBRAPA na avaliação do balanço social das diferentes unidades de pesquisa a cada ano (Rodrigues, 2015).

O Ambitec Agro consiste em uma série de indicadores e é utilizado para se avaliar os impactos de alguma inovação aplicada em um sistema produtivo. A ferramenta não visa analisar a influência da tecnologia adotada em comparação a um padrão preestabelecido (como no caso de certificações). O propósito desse tipo de análise é ser mais uma ferramenta para a tomada de decisão para os gestores dos sistemas produtivos avaliados. Sua vantagem é permitir uma abordagem multicritério simples, de fácil aplicação e de baixo custo.

O sistema é composto por uma série de planilhas de ponderação, disponíveis para uso gratuito, que avaliam 148 indicadores, agrupados em 27 critérios, apresentados na Figura 3.

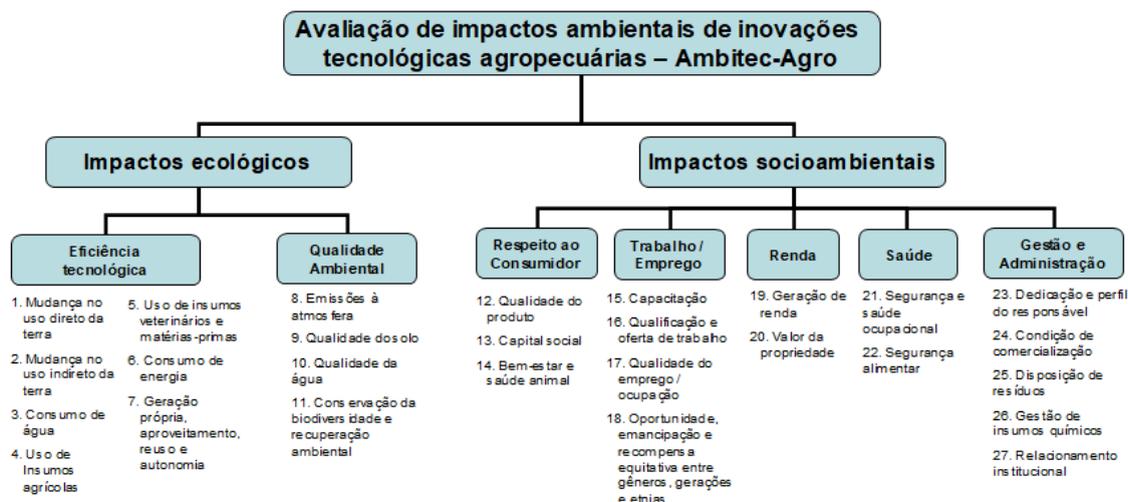


Figura 3 – Diagrama contendo a estrutura com as dimensões, aspectos e critérios para a avaliação de impactos no sistema de indicadores Ambitec Agro.
 Fonte: Rodrigues; Campanhola; Kitamura (2002)

A partir de um levantamento de dados e mediante observação de campo em diálogo com os produtores, o pesquisador faz uma avaliação de impactos para cada um dos critérios apresentados. Esses critérios são avaliados por intermédio de matrizes de ponderação, exemplificadas na Figura 4. Nessa matriz, o pesquisador pontua cada indicador de acordo com a variação do impacto. Essa pontuação varia de -3 (indicando uma diminuição maior que 25%) a +3 (indicando uma aumento maior de 25%). Essa pontuação é automaticamente ponderada de acordo com a escala de ocorrência dos impactos que pode ser de 1 (impacto Pontual); 2 (impacto local – além do pontual mas restrito aos limites do SPL) e 3 (impacto no entorno – quando atinge áreas vizinhas da FECM e entorno).

Nome do critério

Valores dos fatores de ponderação de importância dos indicadores

Nomes dos indicadores que compõem o critério

Verificação da soma dos fatores de ponderação de importância dos indicadores

Que alterações foram observadas na conservação da biodiversidade e na recuperação ambiental?								
Conservação da biodiversidade e recuperação ambiental	Variáveis de conservação da biodiversidade			Variáveis de recuperação ambiental			Averiguação fatores de ponderação	
	Vegetação nativa	Fauna silvestre	Espécies / variedades tradicionais (caboclas)	Solos degradados	Ecossistemas degradados	Áreas de Preservação Permanente		Reserva Legal
Fatores de ponderação k	0,1	0,1	0,1	0,15	0,15	0,2	0,2	1
Escala da ocorrência = Não se aplica Pontual Local Entorno	Marcar com X							
	1							
	2			3		1	1	
	5	1	3	0	3			
Coefficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)	0,5	1,5	0	0,9	2,25	0,4	0,4	5,95

Valores dos fatores de ponderação da escala de ocorrência dos indicadores

Células para inserção dos coeficientes de alteração observados em campo

Índice de impacto parcial, referente a cada um dos indicadores

Índice de impacto integrado para o critério

Figura 4 – Exemplo de matriz de ponderação contendo os indicadores que compõem o critério “Conservação da biodiversidade e recuperação ambiental” e descrições do significado de cada campo da matriz.

Fonte: Rodrigues; Campanhola; Kitamura (2002)

Ao final da avaliação o sistema calcula uma série de índices de impactos para cada critério, aspecto, dimensão e finalmente o Índice de Impacto da Atividade. Com esses resultados, o pesquisador pode sugerir uma série de melhorias ou ajustes para aprimorar a sustentabilidade do sistema.

Além do módulo mais amplamente publicado que trata dos impactos socioambientais, também está disponível a dimensão de Desenvolvimento Institucional. Tal dimensão considera que existem benefícios intangíveis gerados na Embrapa e que também se aplicam a outras empresas que trabalham em pesquisa, ensino e/ou extensão. De acordo com Vedovoto *et al.* (2022, p.7) o uso desses métodos permite “[...] aferir a medida na qual a pesquisa está tomando a direção desejada, se está cumprindo seu papel na promoção do bem-estar social, ou no desenvolvimento de insumos para novos avanços [...]” além de poder contribuir para a formulação e a orientação de políticas públicas e/ou institucionais.

A dimensão Desenvolvimento Institucional é composta de 45 indicadores distribuídos em 8 critérios e 4 aspectos: Capacidade Relacional; Capacidade Científica-Tecnológica; Capacidade Organizacional; e Produtos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) todos apresentados na Figura 5. À semelhança das demais dimensões do sistema Ambitec-Agro, os indicadores são valorados com coeficientes de alteração idênticos aos dos impactos socioambientais, nesse caso acessados dos membros da equipe / rede de pesquisa. Com relação à escala de ocorrência, nessa dimensão, ela não se restringe apenas a distâncias mas ao

relacionamento com outros pesquisadores e instituições. Neste trabalho os impactos foram considerados como Locais se atingissem o Departamento de Zootecnia e Desenvolvimento Agrossocioambiental Sustentável (MZO) e/ou a Faculdade de Veterinária; Pontuais se abrangessem outros profissionais que atuam na FECM e na UFF; e no Entorno se abrangessem pesquisadores de outras instituições e produtores do município.

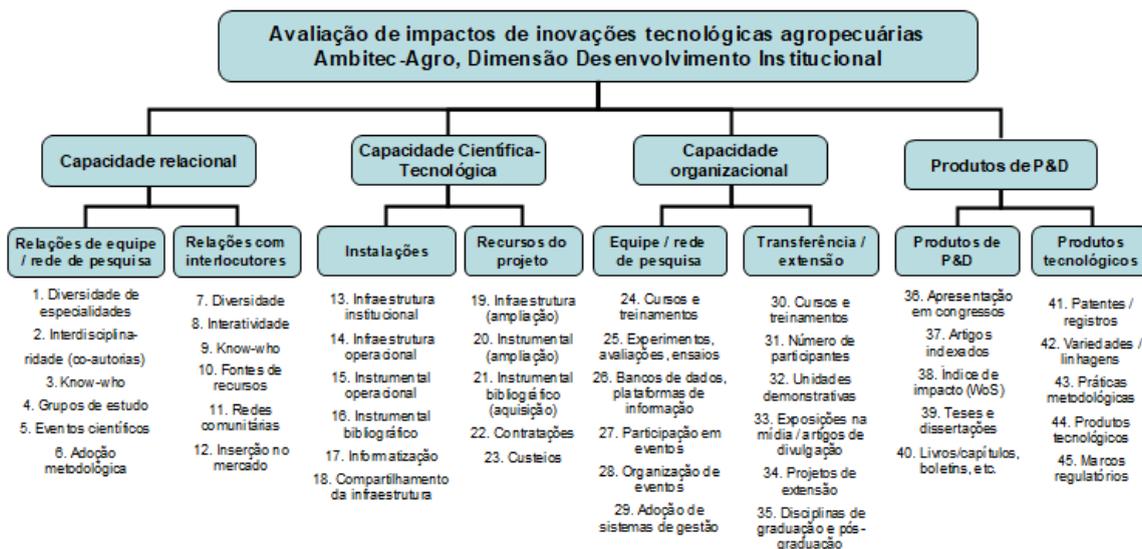


Figura 5 – Estrutura de impactos constando os critérios e indicadores para a avaliação de impactos do projeto de desenvolvimento tecnológico.

Fonte: Vedovoto *et al.* (2022, p.13).

Da mesma forma que nas demais dimensões os resultados da avaliação de impacto são apresentados graficamente e expressos em escala de atribuição multicritério entre ± 15 . Esses resultados podem prover um apoio de objetividade aos relatórios de impactos dessa dimensão.

Finalmente Vedovoto *et al.* (2022, p.21) também destacam que

o real valor de tais avaliações estará sempre submetido ao discernimento e à disposição dos participantes das equipes em expor informações qualificadas e fidedignas sobre as atividades de pesquisa, desenvolvimento e transferência de tecnologias transcorridas durante os projetos.

A UFF tem a missão de

“Promover, de forma integrada, a produção e difusão do conhecimento científico, tecnológico, artístico e cultural, e a formação de cidadãos imbuídos de valores éticos que, com competência técnica, contribuam para o desenvolvimento autossustentado do Brasil, com responsabilidade social” (PDI UFF, 2023, p.30).

Sendo a FECM um campo de experimentações e práticas dela e que na transição proposta neste trabalho serão gerados também impactos intangíveis que podem influenciar e promover o atendimento à missão institucional, é fundamental a aplicação da Dimensão de Desenvolvimento Institucional do Ambitec-Agro para uma análise mais holística dos potenciais impactos.

Para a aplicação de ambas as dimensões, foi realizado um levantamento de campo seguido por preenchimento dos impactos em conjunto com o vice-coordenador da FECM, Prof. Róberson Pimentel no dia 12 de dezembro de 2023. Em 10 de janeiro de 2024, os resultados foram discutidos e ajustados com o pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Geraldo Stachetti Rodrigues, um dos autores do Ambitec-Agro.

Cabe ressaltar que o Ambitec-Agro em nenhuma de suas dimensões é capaz de captar os impactos pedagógicos, vinculados ao ensino de graduação. Apesar desses impactos serem bastante relevantes na execução do projeto apresentado, eles não serão abordados nesta dissertação por limitações de tempo. Mas a autora pretende, em publicação posterior, realizar esse levantamento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Projeto de transição agroecológica do SPL da FECM

4.1.1 Adequações necessárias para o cumprimento da Legislação Orgânica

Como a FECM tem outros sistemas de produção animal além do SPL, estes são considerados pela legislação orgânica como produção paralela com finalidades produtivas diferentes. Dessa forma, as áreas devem ser claramente demarcadas e os animais não podem compartilhar as mesmas pastagens e equipamentos. Os ovinos tanto de produção quanto experimentais já estão bastante distantes do sistema de leite, entretanto, os bovinos de corte precisarão ter pastagens exclusivas. Para impedir que, mesmo com pastagens exclusivas, os bovinos tenham que passar pelos mesmos caminhos dos animais do SPL, a sugestão é mudar a distribuição das pastagens e concentrar os animais de leite ao sul do rio que corta a propriedade e na parte oeste (conforme figura 6). Assim o pasto 11 passará a ser usado apenas pelos bovinos de corte e os pastos 3, 5 e 9 serão exclusivos do SPL. Como as margens do rio tiveram restauração das APP recentemente, quando foi realizado plantio de 15 metros em cada margem, as APP e o rio já são barreiras físicas entre as pastagens.

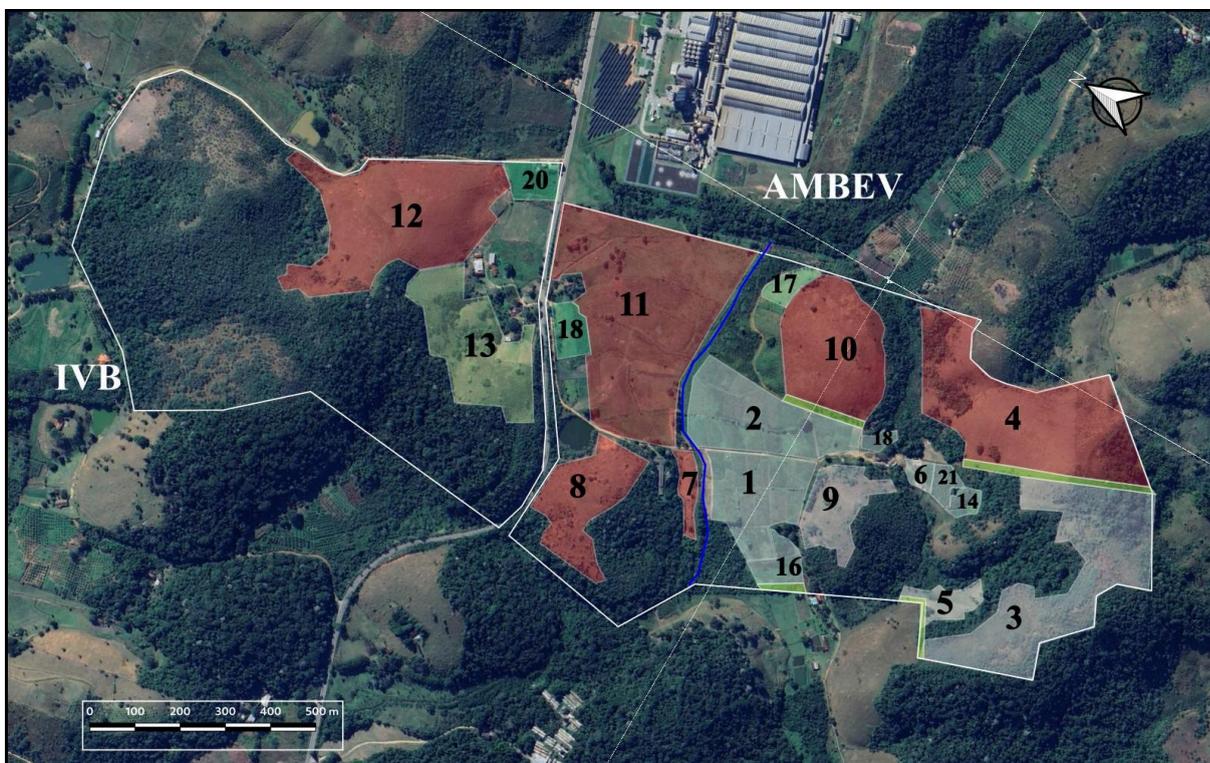


Figura 6- Limites e distribuição das áreas produtivas da FECM/UFF em Cachoeiras de Macacu, RJ.

Fonte: Elaboração da autora e do Prof. Arthur Nanni (NEPERMA/UFSC) com imagens do ©2023 Google.

Nota: a numeração das áreas é a mesma da Figura 2. As áreas em vermelho referem-se àquelas ocupadas pela bovinocultura de corte e as áreas em branco às destinadas ao SPL. As áreas em verde-escuro identificam as áreas de produção de forragem e em verde-claro as quatro barreiras verdes sugeridas.

Outro ponto é que, como as instalações não podem ser compartilhadas, será necessário a construção de um curral de manejo para os bovinos de corte ou a utilização do existente na parte norte da propriedade, bem como de uma ponte para passagem dos animais entre os pastos 10 e 11.

No SPL também não poderá mais ser realizada a IATF e deverá haver rufião para indicar o cio dos animais assim como um manejo mais atencioso ao cio destes.

Tratando-se da autonomia na produção de forragem, a fazenda já produz praticamente todo o alimento necessário aos sistemas de produção (a produção não supre completamente o consumo dos ovinos confinados na área experimental). Entretanto, os animais do SPL deverão receber silagem provenientes exclusivamente das capineiras 14, 15 e 16 e eventualmente do canalial, os quais passarão ao manejo orgânico.

A Tabela 2 a seguir apresenta as alterações necessárias em comparação com o sistema atual. As exigências que já são atendidas no sistema atual não constam na tabela.

Tabela 2- Necessidades identificadas na Portaria nº 52/2021 para a conversão orgânica do SPL, o artigo da portaria e a técnica ou ação recomendada para a adequação.

Necessidades identificadas	Artigo da Portaria nº 52/2021	Técnica/Ação recomendada
Proteger as áreas orgânicas de contaminações provenientes de atividades convencionais (de vizinhos ou da propriedade)	Art. 10	Implantação de Barreiras Verdes de Vegetação Nativa Espontânea
Separação entre as áreas sob manejo orgânico e não orgânico	Art. 21	
Manejo orgânico das pastagens perenes por pelo menos 12 meses antes da sua certificação.	Art. 19 § 1º item 3	Suspensão do uso de fertilizantes químicos e uso de composto, esterco e adubação verde, quando for o caso.

Limpeza de equipamentos e implementos para uso nas áreas de manejo orgânico	Art 22 § 2º	Estabelecimento de procedimentos de higienização dos equipamentos
Separação de insumos	Art 22 § 3º	Armazenamento os insumos nos respectivos currais.
Capacitação dos funcionários sobre produção orgânica.	Art. 16 item IV	Realização de atividades de capacitação com a equipe.
Eliminação do cultivo e criação de OGM em toda a unidade de produção	Art 23	Atenção para as sementes de milho usadas. Proibição do plantio de milho transgênico, assim como de qualquer outra semente que venha a ser transgênica.
Uso de raças adaptadas	Art. 31	Considerando a realidade climática da região, recomenda-se utilizar animais com, no máximo, $\frac{3}{4}$ de sangue holandês. Idealmente, as vacas devem ser meio-sangue.
Proibição do uso de compostos nitrogenados não proteicos e nitrogênio sintético na alimentação de animais.	Art. 35	Os animais do SPL ficam proibidos de receber cana com ureia (o que já não acontece com frequência atualmente).
Aleitamento materno e período mínimo de aleitamento	Art. 37	Será garantido o aleitamento pela mãe dos animais nos primeiros 7 dias, seguidos de aleitamento artificial. O período total de aleitamento deverá ser de, no mínimo 90 dias.
As pastagens e áreas de circulação ao ar livre devem ser compostas com vegetação arbórea	Art. 41	Plantio de arbóreas para sombreamento das pastagens, principalmente nos pastos 1 e 2 e instalação de sombreamento artificial “emergencial” até o crescimento das árvores e no máximo nos primeiros 5 anos.

Capacitação dos funcionários sobre bem-estar animal	Art. 47	Realização de atividades de capacitação com a equipe
Proibição de técnicas que utilizem indução hormonal artificial	Art. 50	Substituição da IATF por inseminação artificial e rufião para detecção de cio.
Uso de medicamentos não permitidos no regulamento técnico	Art. 63	Quando outras formas de tratamento não surtirem efeito, poderão ser usados medicamentos alopáticos desde que o período de carência seja o dobro do recomendado e no máximo 2 vezes no mesmo animal no mesmo ano. O animal será identificado e os produtos dele não serão vendidos como orgânicos durante a carência estendida do medicamento.
Registro em livro	Art. 64	Apesar dos registros já serem realizados, todos os medicamentos serão registrados em livro específico que ficará disponível no SPL.

Fonte: Elaboração da autora

Ainda, a Lei nº 10.831 (Brasil, 2003) estabelece em seu art. 3º que “para sua comercialização, os produtos orgânicos deverão ser certificados por organismo reconhecido oficialmente, segundo critérios estabelecidos em regulamento”. Para a FECM existem dois tipos de certificação possíveis: a certificação por auditoria e a certificação participativa, reguladas pela INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 19, de 28 de maio de 2009 (BRASIL, 2009).

Ambas as certificações consistem em visitas de avaliação (no mínimo anuais), antes e durante a vigência do certificado de produtor orgânico. Nas certificações por auditoria ou por terceira parte, é contratada uma empresa que fará a avaliação da conformidade. Nas certificações participativas os produtores se tornam membros do SPG e assumem algumas responsabilidades no grupo que podem variar dependendo do SPG.

No SPG-ABIO de Cachoeiras de Macacu a participação nas reuniões mensais é obrigatória. Além disso, deve ser formada entre os membros uma comissão de avaliação que participará de todas as visitas de avaliação em que incluem-se as visitas de verificação ou visita de pares. Em ambas, deve haver a participação de outros membros do SPG. As visitas também devem ter a presença de um membro de outro SPG atribuindo um olhar externo ao processo. Os membros de um SPG, da mesma forma, precisam se comprometer a participar como membros externos em outros SPG. De maneira geral, além da necessidade de verificação dos cumprimentos das normas, o SPG promove uma grande troca de experiências e conhecimentos entre os produtores de uma mesma região propiciando o aprendizado coletivo e colaborativo, além do estabelecimento de relações de amizade e confiança entre seus membros.

4.1.2 Adequações necessárias ao atendimento dos princípios da Agroecologia

Nicholls *et al.* (2020) se debruçam sobre a necessidade de avaliar se sistemas produtivos são ou não agroecológicos. Os autores citando Rosset e Altieri (1997) afirmam, por exemplo, que produções orgânicas podem seguir os padrões de certificação necessários, mas caso se baseiem em monoculturas e sigam a abordagem de substituição de insumos, assim, não são agroecológicos. Afirmam também que muitas organizações e autores têm adotado e cooptado o termo usando-o de forma alternada com termos como intensificação sustentável, agricultura regenerativa, agricultura adaptada ao clima, entre outros, levando a confusão de várias narrativas sobre agroecologia.

Os autores consideram que, para avaliações de propriedades rurais, um sistema pode ser considerado de base agroecológica se ele usa os princípios agroecológicos no planejamento e na gestão dos agroecossistemas. Nesse ponto, cabe destacar que, na legislação brasileira, praticamente todos os princípios da agroecologia estão presentes enquanto recomendações, mas se o produtor seguir apenas as obrigações estabelecidas, também será certificado. Nesse caso, fica a critério dos gestores dos sistemas produtivos adotá-los ou não. Nesse planejamento, as seguintes ações serão incluídas visando ao estabelecimento do SPL agroecológico.

1) Recuperação de pastagens degradadas com o uso de SAFs

Algumas pastagens da FECM estão em nível moderado de degradação como apontam Brighenti, Donagemma e Pimentel (2023). Das que serão ocupadas pelo SPL, foram selecionadas as dos pastos 3 e 9 para recuperação por meio de implantação de consórcio depastagem e agrofloresta. Também a escolha desses pastos ocorreu devido a sua proximidade com pontos de água do curral e, conseqüentemente, poderem ser irrigados facilmente caso necessário.

Martins *et al.* (2019) ao pesquisarem restauração florestal na Mata Atlântica com SAFs diversificados identificaram que as pastagens do entorno da área restaurada foram beneficiadas pela melhoria ambiental, efeito que os autores chamam de Efeito de Borda Positivo. É esse princípio que será utilizado nas restaurações das áreas selecionadas.

Ambas as pastagens são em áreas declivosas que não permitem a mecanização. Dessa forma, o preparo das linhas de plantio será feito no sulco usando-se além de calcário, esterco animal, gesso agrícola e pó de rocha fosfatada disponível na região. Esse desenho é inspirado no utilizado na Fazenda Mangalô em Abaeté/MG.

O princípio de escolha das espécies foi pensado para simular as etapas da sucessão ecológica e nos estratos, diversificação e podas preconizadas pela Agricultura Sintrópica. Serão implantadas três faixas de plantio agroflorestal intercaladas de 20 a 30 metros de pastagem (a depender do relevo) com *Brachiaria humidicola* cv. Llanero que é indicada para solos de baixa fertilidade e tolerante a acidez. Ademais, de acordo com a recomendação da empresa, no meio de cada faixa será feita uma linha de plantio de *Arachis pintoi* cv. Amarillo MG100.

Nas linhas de plantio Agroflorestal, no pasto 9 o interesse é também a produção de mogno-africano. Já no pasto 3, devido à dificuldade de acesso de máquinas, o foco é em banana e cacau, de forma a atender a demanda dos produtores orgânicos locais. O croqui com o exemplo das linhas de ambos os pastos é apresentado na Figura 7 a seguir.

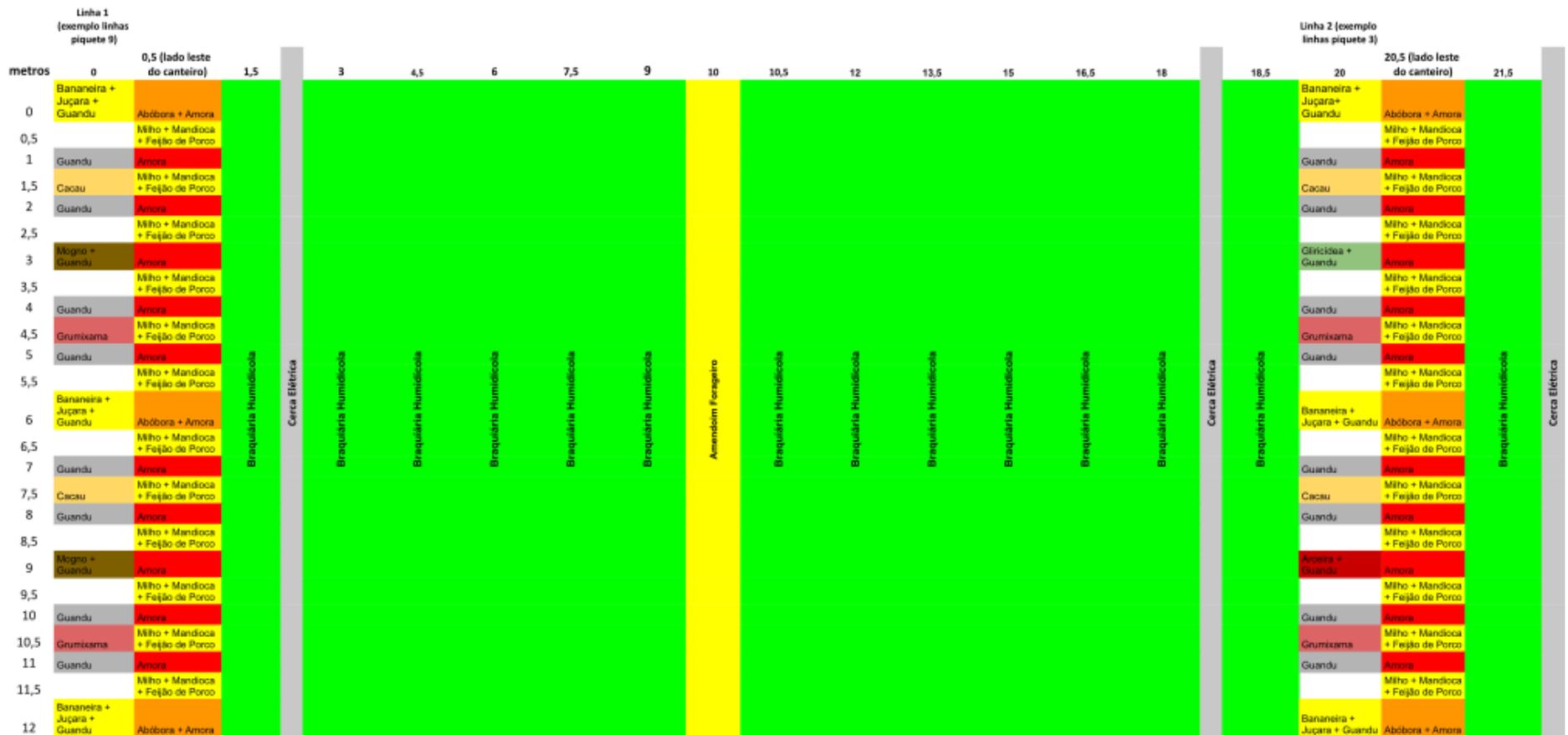


Figura 7 - Croqui do arranjo das espécies nos pastos integrados com agrofloresta.

Fonte: elaboração da autora com *layout* sugerido pelo Eng. Agrônomo Andrei Pereira Oliveira.

Nota: A linha 1 de plantio representa todas as linhas no pasto 9 em que o SAF tem foco em mogno e banana. A linha 2 de plantio representa todas as linhas no pasto 3 em que o SAF tem foco em cacau e banana.

As Tabelas 3 e 4 a seguir apresentam as espécies selecionadas para o plantio nas linhas de agrofloresta e seus respectivos espaçamentos. Estima-se que, no pasto 9, serão implantados 1130 metros lineares de agrofloresta, divididos em 3 linhas e no pasto 3 serão implantados 1700 metros lineares divididos em 8 linhas. Cabe ressaltar que, durante os primeiros três anos, as linhas de plantio precisam ficar protegidas por cercas elétricas, mas as faixas de pastagens podem ser liberadas logo após o estabelecimento da nova pastagem.

Tabela 3 - Plantas selecionadas separadas por estrato e Grupo Sucessional

Estrato	Grupo Sucessional		
	Placenta	Secundária	Clímax
Baixo	Abóbora		Cacau
Médio	Feijão de Porco	Amora	Grumixama
Alto	Mandioca; Feijão Guandu	Banana d'agua	Banana d'agua, Aroeira
Emergente	Milho	Gliricídia	Mogno-africano (Pasto 9) e Juçara (Pasto 3)

Tabela 4 - Espaçamento entre plantas da mesma espécie

Espécie	Distância linear (em metros)
Abóbora	6
Feijão de Porco	1
Milho	1
Feijão Guandu	1
Mandioca	1
Amora	1
Banana d'água	6
Cacau	6 (pasto 9)
Grumixama	6
Mogno-africano	6 (apenas no pasto 9)
Aroeira	12 (apenas no pasto 3)
Juçara	6
Gliricídea	12 (apenas no pasto 3)

As linhas de agrofloresta terão diversas funções: sombreamento das pastagens e conforto térmico dos animais; modelo didático e local de oficinas e cursos para estudantes e produtores locais e áreas de produção de alimentos para animais e humanos. Diversos estudos têm sido feitos visando à inclusão de subprodutos da indústria de frutas na alimentação animal e poucas publicações abordam o uso das frutas inteiras. Por uma questão de preços de mercado, não é economicamente viável alimentar bovinos com esses alimentos. Entretanto, no sistema proposto amoreiras, bananeiras e seus frutos farão parte da alimentação desses animais, que os consumirão durante o pastejo.

Conte (2017) ao estudar a inclusão do subproduto da banana (casca e frutos impróprios para a industrialização), até o nível de 54% na dieta de vacas leiteiras, identificou que não houve alteração na produção. Na composição do leite, foi detectada redução no nitrogênio ureico que decresceu de 12,95 a 9,34 mg/dL, para os níveis de 0% a 54% de inclusão e que o poder antioxidante do leite foi melhorado. Ainda, Sampaio (2016, p. 9) constatou que o efeito da “[...] presença de catecolaminas e ação antiparasitária de esteróis e triterpenos sugerem fortemente que a bananeira atua como um fitocomplexo quando fornecida aos ruminantes como alimento e tratamento contra endoparasitos”. Tratando-se da amoreira Maurício, Sousa e Madureira (2010) afirmam que

Outra alternativa para alimentação de ruminantes consiste no uso da amoreira (*Morus alba*), uma espécie que apresenta comprovado valor forrageiro chegando a níveis protéicos ao redor de 25% (Benavides, 2000; Martin *et al.* 2000). Estudos realizados por Aroeira *et al.* (2003) indicam que a gliricídia e a amoreira foram as forrageiras de maior potencial para bovinos de leite, seguidas pela leucena e pela cratília. As espécies avaliadas podem ser componentes de sistemas silvipastoris, contribuindo para o fornecimento de energia/proteína aos animais.(MAURÍCIO; SOUSA; MADUREIRA, 2010 p. 320)

Wezel e Peeters (2014) sustentam que para a transição agroecológica dos sistemas convencionais uma das necessidades é dar prioridade para alimentos agroecológicos nos refeitórios e cafeterias escolares. Havendo produção de frutíferas nessas áreas, será possível ofertar alimentos aos alunos em aulas práticas na FECM. Dessa forma, os estudantes entenderão na prática que os SPL também podem produzir outros alimentos na mesma área.

2) Consorciamento das pastagens com fabáceas arbóreas

As pastagens 1 e 2 já estão adequadamente formadas e piqueteadas. Elas são ocupadas pelas vacas em lactação e a localização próxima à sala de ordenha facilita o manejo. Entretanto, nelas há necessidade de sombreamento. Visando melhorar o bem-estar dos animais de forma atender um dos princípios da Agroecologia e a legislação orgânica, fabáceas arbóreas que não tenham toxicidade aos animais serão implantadas e manejadas com podas para a abertura das copas. Além disso, a escolha das espécies levará em conta o florescimento que garanta beleza cênica e atraiam polinizadores. Para isso, duas espécies escolhidas foram a *Cassia fistula* (cássia imperial ou chuva-de-ouro) e a *Delonix regia* (Flamboyant). Além delas a gliricídia também será plantada. As espécies cássia-imperial e o Flamboyant serão plantadas alternadamente a cada 2 metros. Entre elas, uma estaca de gliricídea será plantada com espaçamento de 2 metros entre uma e outras. Com o desenvolvimento das plantas, as mais adaptadas e bem formadas serão mantidas e as demais eliminadas. Devido ao elevado preço das mudas, elas serão produzidas a partir de sementes no primeiro ano, e plantadas a partir do segundo ano.

Considerando o caminhar do sol e a existência de uma capineira a oeste da pastagem 1, planeja-se a implantação de 4 linhas de árvores, identificadas em vermelho na Figura 7 a seguir. Somadas, essas linhas têm 1070 metros de extensão, fazendo com que sejam necessárias 200 mudas de cássia-imperial, 200 de flamboyant e 400 estacas de gliricídeas. Sempre que disponível, as mudas e as estacas serão adquiridas de produtores locais.



Figura 7 - Esquema mostrando as linhas de plantio.

Fonte: elaboração da autora com imagens do ©2023 Google.

Nota: linhas em vermelho indicam a localização das linhas de plantio das fabáceas arbóreas destinadas ao sombreamento das pastagens.

3) Instalação de Meliponário

Visando ao aumento da biodiversidade e da polinização, pretende-se implantar algumas caixas de meliponas. No SPG do município existem produtores com enfoque nesses animais, desse modo, as caixas e as armadilhas têm sido implantadas por diversos produtores orgânicos na região.

A princípio, a ideia era colocá-las nas pastagens consorciadas com agroflorestas, mas, como os animais podem derrubar as caixas, elas precisam estar dispostas mais altas, o que dificulta o manejo e as aulas. Por esse motivo, e pensando que elas forragearão todo o SPL, a bióloga Luisa Ázara, produtora da região, indicou-nos a implantação em um fragmento florestal e não dentro dos piquetes.

Com relação às espécies, consideraram-se aquelas de manejo mais fácil e de comportamento menos defensivo, visando facilitar as aulas práticas e o manejo de pessoas menos especializadas. Assim, foram selecionadas as jataí (*Tetragonisca angustula*), irai (*Nannotrigona testaceicornes*) e mirim guaçu (*Plebeia remota*).

Dessa forma, planejou-se a aquisição de três caixas de cada espécie, bem como sua instalação no fragmento florestal ao sul do pasto 9. Cabe ressaltar que esse mel não poderá ser vendido como orgânico pois sua localização está a menos de três quilômetros da indústria de bebidas.

4) Rotação de pastagens em todas as áreas de pastagens

De acordo com Wezel e Peeters (2014) o manejo de pastagens é central para sistemas de produção agroecológica de herbívoros. Entretanto, atualmente, apenas as vacas em lactação estão em pastejo rotacionado. Nesse sentido, pretende-se que os outros animais também passem a utilizar esse sistema. Para isso, os piquetes 9 e 3 serão separados com cercas elétricas.

Em vista disso, considera-se um rebanho estabilizado com 40 vacas leiteiras adultas e um rebanho total de 100 animais, deixando o pasto 5 para bezerros até 1 ano - 30% do rebanho baseando-se em Campos, Ferreira e Pires (2001), mas considerando-se a não eliminação dos bezerros machos, e sua alocação no sistema de corte após essa idade. Os pastos 9 e 3 receberão os outros 40% de animais. Para isso, após a sua recuperação os pastos serão piqueteados com cercas elétricas, assim como será estabelecido pastejo rotacionado (que atualmente não ocorre para essas categorias). Considerando-se a produtividade de 5 toneladas por hectare no verão e de 2 toneladas por hectare no inverno de produção de matéria seca (MS) e 90% das áreas de pastos citados (tendo em conta a área que será ocupada pelas linhas de Agrofloresta e áreas de descanso), a produção total de forragem é de aproximadamente 40 toneladas no verão e 15 toneladas no inverno.

Levando em consideração o peso vivo médio de cada animal de 550 kg, o consumo de 1,8% de peso vivo de MS e 20% de perdas pelo pastejo animal, conforme recomendado por Oliveira (2006), haverá consumo de 475 kg de MS/dia desse lote de animais. No verão, as pastagens garantem 84 dias de alimentação a esses animais e 32 dias no inverno.

Como recomendado por Andrade (2008), o período de descanso (PD) dessa braquiária é de 21 a 28 dias podendo ser feito 7 dias de pastejo (PP). Como o número de piquetes (NP) é dado pela Fórmula 1 a seguir, são necessários, pelo menos, cinco piquetes. Considerando o

manejo de pastagens da Fazenda Nata da Serra em que os animais são retirados do piquete antes da altura mínima ideal e a gramínea é roçada até a altura mínima, deixando as podas como matéria orgânica que retorna ao solo, serão planejados nove piquetes, dois no pasto 9 e sete no pasto 3 ficando com, aproximadamente, 1 hectare cada um deles.

$$NP = (PD/PP) + 1 \quad (1)$$

A divisão aproximada das áreas com cercas elétricas está representada pelas linhas pretas na Figura 8 a seguir. As linhas verde-escuras representam as linhas de agrofloresta. Estima-se que será necessário em torno de 1500 metros lineares de cercas elétricas.



Figura 8 - Representação esquemática dos pastos 3 e 9 divididos com cercas elétricas (linhas pretas) e com as linhas planejadas de agroflorestas (linhas verde-escuras).

Fonte: elaboração da autora com imagens do ©2023 Google.

Nota: os pastos são os polígonos com contorno amarelo sem preenchimento.

5) Produção de compostagem para uso na adubação de capineiras

Atualmente, todo o esterco produzido no curral do SPL é usado na adubação dos pastos 1 e 2. Entretanto, para o manejo orgânico das capineiras do SPL será necessário novas práticas de manejo. Considerando que a fazenda produz esterco proveniente da ovinocultura e que este pode ser facilmente coletado, planeja-se um sistema de composteira estática (sem revolvimento). Além do esterco proveniente da ovinocultura, também serão compostados os resíduos orgânicos do preparo dos alimentos na cantina da FECM. Esse material será

adicionado a resíduos de podas de grama e capim (de locais em que não se usem herbicidas) para manter a proporção recomendada de 20 partes de Carbono para 1 de Nitrogênio. A compostagem será realizada por, no mínimo, 90 dias ou até a estabilização do material. Em uma etapa posterior, mas que não compõe este projeto, o composto poderá ser levado a um minhocário para aumentar a qualidade.

Cabe destacar que, de acordo com a Portaria nº 52/2021 do MAPA (BRASIL, 2021), o uso de resíduos orgânicos é permitido desde que não entre em contato com partes aéreas comestíveis. Já o uso de esterco proveniente de sistemas não orgânicos é permitido desde que não haja alternativa disponível na região e devem ser obrigatoriamente compostados.

6) Adesão ao SPG-ABIO de Cachoeiras de Macacu

Conforme já discutido, a legislação orgânica permite dois tipos de certificação para agricultores não familiares: por terceira parte (auditoria) ou por SPG. Nesse planejamento, incluímos a associação ao SPG-ABIO de Cachoeiras de Macacu. Essa escolha se dá pois a participação nas reuniões permite o compartilhamento de informações, a criação de vínculos pessoais (além dos profissionais) com os demais produtores e o levantamento de questões dos produtores que podem ser respondidas com práticas do próprio SPL ou iniciando-se novas pesquisas na UFF. Ainda, a participação nas visitas aos produtores permitirá maior proximidade da Universidade com a realidade local e com a seleção de locais para práticas de disciplinas e estágios de alunos.

7) Mudanças no manejo e composição do rebanho bovino.

Atualmente, a composição do rebanho bovino está bem próxima do preconizado como ideal por Campos, Ferreira e Pires (2001): 83% das vacas em lactação e esses são 40% do rebanho total. A legislação orgânica não estabelece qualquer raça apenas recomenda o uso de animais adaptados às condições de temperatura da região, o que faz sentido tendo em conta as dimensões continentais do Brasil. Considerando o princípio de bem-estar, o aproveitamento da heterose para aumentar os índices produtivos e visando menores problemas com

ectoparasitas, planeja-se a aquisição de quatro vacas GIR Leiteiras P.O. Esses animais serão cruzados com sêmen sexado holandês gerando fêmeas meio-sangue. Essas fêmeas irão, gradualmente, substituindo os animais do plantel atual. Tendo em vista que esses animais costumam ter intervalo de parto mais longo e fazendo uma estimativa conservadora, as vacas Gir, permitirão a reposição de 2 matrizes em produção por ano, a partir do 3º ano.

Finalmente, as fêmeas meio-sangue devem ser inseminadas com animais de corte; e os bezerros machos e fêmeas, depois de 12 meses passarão ao sistema de corte da própria fazenda.

4.1.3 Perspectivas de longo prazo

Apesar de não estarem previstas neste projeto, em longo prazo é possível que todas as áreas de pastagem ao sul do curso d'água que cruza a FECM sejam destinadas ao gado de leite. Dessa forma, o próprio rio e suas APP serviriam de barreiras verdes entre as áreas da bovinocultura de corte e leite. Para isso, será necessária a recuperação dos pastos 4 e 10 (com agroflorestas, sempre que possível) nos moldes do planejado para os pastos 3 e 9. Ademais para a bovinocultura de corte, serão também fundamentais a recuperação e a reabertura das pastagens ao norte do pasto 12.

4.1.4 Contribuição das práticas selecionadas aos princípios da agroecologia

Baseando-se nas avaliações realizadas em Nicholls, Altieri e Vazquez (2016) mas utilizando os princípios sistematizados por Wezel *et. al* (2020) procedeu-se a uma avaliação qualitativa das estratégias propostas. Os resultados são apresentados na Tabela 5 a seguir.

Considerando as práticas obrigatórias para a conversão orgânica e as planejadas para atenderem aos princípios da agroecologia foram contabilizadas as 15 práticas relacionadas na Tabela 5. Pode-se observar que algumas práticas aparecem atendendo a mais de um princípio, o que demonstra que não é necessário soluções muito complexas ou uma variedade muito grande de estratégias para atendê-los.

Tabela 5 - Atendimento das Práticas escolhidas aos princípios agroecológicos.

Princípio	Práticas														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Reciclagem. Preferencialmente, utilize recursos renováveis locais e feche, tanto quanto possível, os ciclos de nutrientes e biomassa.	✓	✓				✓							✓	✓	
Redução de insumos. Reduza ou elimine a dependência de insumos comprados e aumente a autossuficiência.		✓		✓		✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓	
Saúde do solo. Garanta e melhore a saúde e o funcionamento do solo para um melhor crescimento das plantas, especialmente gerenciando a matéria orgânica e aumentando a atividade biológica do solo.		✓				✓		✓	✓				✓	✓	
Saúde animal. Garanta a saúde e o bem-estar dos animais.				✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓		
Biodiversidade. Mantenha e aumente a diversidade de espécies, diversidade funcional e recursos genéticos, e assim mantenha a biodiversidade global do agroecossistema no tempo e no espaço em escalas de campo, fazenda e paisagem.	✓	✓				✓			✓		✓	✓	✓		
Sinergia. Aumente a interação e sinergia e promova a integração e complementaridade ecológicas positivas entre os elementos dos agroecossistemas (animais, culturas, árvores, solo e água).	✓					✓			✓		✓	✓	✓	✓	
Diversificação econômica. Diversifique as rendas na fazenda garantindo que os agricultores de pequena escala tenham maior independência financeira e oportunidades de valor agregado, permitindo-lhes responder à demanda dos consumidores.											✓	✓			
Cocriação de conhecimento. Melhore a cocriação e compartilhamento horizontal de conhecimento, incluindo inovação local e científica, especialmente por meio da troca de informações entre agricultores.			✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓

Princípio	Práticas														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Valores sociais e dietas. Construa sistemas alimentares com base na cultura, identidade, tradição, equidade social e de gênero das comunidades locais, que forneçam dietas saudáveis, diversificadas, sazonalmente e culturalmente apropriadas.											✓	✓			✓
Justiça. Apoie meios de vida dignos e robustos para todos os envolvidos nos sistemas alimentares, especialmente os produtores de alimentos em pequena escala, com base no comércio justo, emprego justo e tratamento justo dos direitos de propriedade intelectual.										✓					✓
Conectividade. Garanta proximidade e confiança entre produtores e consumidores através da promoção de redes de distribuição justas e curtas e pela reinserção dos sistemas alimentares nas economias locais.			✓												✓
Governança de terras e recursos naturais. Reforce os arranjos institucionais para melhorar, incluindo o reconhecimento e apoio de agricultores familiares, pequenos agricultores e produtores de alimentos camponeses como gestores sustentáveis de recursos naturais e genéticos.										✓					✓
Participação. Incentive a organização social e maior participação na tomada de decisões por parte dos produtores e consumidores de alimentos para apoiar a governança descentralizada e o gerenciamento adaptativo local de sistemas agrícolas e alimentares.			✓							✓					✓

Legenda: 1- Implantação das barreiras verdes de vegetação nativa e espontânea; 2- Substituição de adubos químicos solúveis por adubos orgânicos e outros permitidos na legislação; 3 -Capacitação dos trabalhadores; 4- Uso de graus de sangue mais adaptados às condições edafoclimáticas; 5-Aleitamento natural nos 7 primeiros dias de vida dos bezerros; 6- Consorciamento de pastagens com fabáceas arbóreas; 7- Intensificação das práticas de manejo sanitário preventivo; 8- Uso de medicamentos fitoterápicos e homeopáticos; 9- Recuperação das pastagens com SAF's: sombreamento das pastagens; 10- Recuperação das pastagens com SAF's: uso como modelo didático; 11- Recuperação das pastagens com SAF's: produção de alimentos; 12- Instalação do meliponário; 13- Rotação de pastagens em todos os pastos de animais adultos; 14- Sistematização da Compostagem na FECM; 15-Participação em sistemas participativos de garantia.

Pensando na abrangência da propriedade, tanto a implantação de barreiras verdes, como o consorciamento de pastagens com fabáceas arbóreas, a instalação do meliponário e a recuperação das pastagens com SAF visam o aumento da biodiversidade. De acordo com Nicholls, Altieri e Vazquez (2016) a diversificação do agroecossistema é o princípio-chave agroecológico. Assim, por meio das práticas escolhidas, a complexidade de organismos no agroecossistema se torna mais complexo quando um grande número de diferentes espécies é incluído, levando a interações de insetos com microrganismos que são parte das teias alimentares acima e abaixo do solo. Essas interações permitem caminhos alternativos para o fluxo de matéria e energia, direcionando a um sistema mais estável.

Embora os princípios que abrangem o SA não possam ser completamente atendidos mediante a ação de apenas uma propriedade em transição agroecológica ou um pequeno conjunto delas, as 15 práticas selecionadas foram capazes de atender ao menos parcialmente a todos os princípios e elementos da Agroecologia. Esses princípios e elementos servem como um guia acerca de em que direção as tomadas de decisões devem ser direcionadas. Isso porque são possíveis opções que atendam apenas aos interesses privados e não transbordem para o entorno. Um exemplo claro disso é a opção de certificação por intermédio da filiação a um SPG. Mesmo que a legislação orgânica permita a certificação por auditoria, a opção pelo SPG torna possível a troca de experiências e conhecimentos bem como a participação política local/regional. Dessa forma é possível colaborar para os princípios que vão além da propriedade rural, atingindo e favorecendo os princípios que visam mudanças estruturais no sistema alimentar.

4.2 Análise de viabilidade do projeto

4.2.1 Entradas do Projeto

Por ser um sistema complexo, que tem em vista a integração da pecuária de leite com a agrofloresta, além das receitas dos SPL convencionais vinculadas à produção leiteira e à venda de novilhos e animais de descarte, esse projeto também contará com entradas relacionadas com a produção das frutíferas de valor comercial (bananeiras e cacau) e do mogno.

Tratando-se das entradas vinculadas ao SPL, a partir do segundo ano o leite produzido na fazenda poderá ser comercializado como leite orgânico. Isso porque, durante o primeiro ano ocorrerá a conversão orgânica das pastagens e os bovinos precisam de 6 meses no

sistema para serem considerados orgânicos. Segundo o art. 18 da Portaria nº 52/2021 (BRASIL, 2021) a “conversão da área e dos animais poderá ocorrer simultaneamente, considerando-se o período de maior duração”. Dessa forma, ao final do primeiro ano, tanto as pastagens quanto os bovinos terão passado pela conversão orgânica. Assim, a partir do segundo ano, o preço recebido pelo leite teve um acréscimo de 30% em relação ao preço convencional, que é o valor adicional garantido aos produtores orgânicos nas compras governamentais.

Corroborando esse percentual Michels *et al.* (2019) ao analisarem as mudanças nos custos antes e após o processo de conversão orgânica de uma propriedade leiteira em Guarujá do Sul, Santa Catarina constataram aumento no valor recebido pelo leite de 35,48%, que inclui a certificação e melhoria na qualidade do leite. Mesmo tendo sido relatada redução na produção total, os autores identificaram aumento na receita bruta de 47,54% da produção de leite analisada. Apesar de trabalho não descrever a raça ou o grau de sangue dos animais, os animais produziam em média 14 litros/dia, média superior ao do SPL analisado que é de 7 litros/dia.

Assim considerando que serão adquiridos quatro animais Gir P.O e que dois novos animais meio-sangue entrarão anualmente no plantel a partir do terceiro ano - espera-se que cada um produza em média 10 litros/dia -, calcula-se um aumento anual da produção de leite de 1830 litros. Os dois animais menos produtivos a cada ano serão descartados e os dois novilhos desses novos animais serão vendidos à bovinocultura de corte da própria fazenda.

Para as entradas da produção vegetal, consideramos apenas a produção de cacau, juçara, banana e mogno. As demais culturas, utilizadas como placenta para as espécies clímax foram desconsideradas como receitas da análise, assim como a amora, que servirá para a alimentação do gado durante o pastejo.

Para o cacau, utilizamos os dados produtivos e econômicos disponíveis em WCF (2021). Considerando-se a produtividade do cacau em sistemas de cabruca rala (com 30% de sombreamento) obtém-se 1,5 kg de amêndoa seca por planta; e o preço de R\$ 12,07/kg e produção a partir do terceiro ano atingindo o máximo produtivo a partir do sexto ano.

Para a juçara, fizemos uso de dados de Souza e Guimarães (2017), apurados para o estado do Espírito Santo de que as plantas começam a produzir entre seis e dez anos. Cada planta produz 2 cachos por ano, cada um com aproximadamente 4,6 kg de frutos e considerando-se que apenas 70% dos indivíduos adultos se reproduzem a cada ano. Também foi utilizado o preço por quilo de fruto disponível na Companhia Nacional de Abastecimento

(Conab), (2024) para o Estado do Espírito Santo em 2023 que foi, em média, R\$2,20/kg. No estado de São Paulo, o preço apurado no mesmo período foi de R\$ 4,00/kg, mas buscando uma estimativa conservadora, optou-se por usar o preço do Espírito Santo.

Para o mogno, levou-se em conta a afirmação de Ferraz Filho e Ribeiro (2019) de que, em espaçamentos 6X6 não é necessário desbastes em idades jovens pois o espaçamento de 300 plantas por hectare é semelhante às densidades finais recomendadas na Ásia; considerando a produção de 1m³ de madeira por planta, para corte raso aos 15 anos e o preço em pé de R\$ 266/m³ publicado em Moreira *et al.*(2019).

Para a banana, utilizaram-se os dados de Mattos (2018) que apresenta a produtividade de bananeiras em SAF com manejo convencional mais adensados que o proposto neste trabalho (plantio em linhas duplas com espaçamento 2x2x6) que obteve 1250 plantas por hectares e 20 toneladas por hectare, isto é, 16 kg por planta. Foi utilizado o preço médio de 2023 praticado ao produtor no Rio de Janeiro apurado pela Conab, que foi de R\$ 34/20 quilos ou R\$ 1,70/kg de banana.

Para todas essas fruteiras e para o mogno, foi incluído um percentual de 20% de perda em relação ao número de pés esperado. Todas as entradas calculadas para o projeto estão apresentadas no Anexo A.

4.2.3 Saídas do Projeto

Em projetos de investimento existem dois tipos de saída: despesas de investimento e despesas operacionais. As despesas de investimento calculadas são aquelas necessárias para realizar as ações descritas no item 4.1. Nelas incluem-se todas as despesas com aquisição de: animais; mudas e sementes; arborização das pastagens; cercas elétricas; adubos; mão de obra para a implantação; equipamentos e outros. Todas essas despesas foram orçadas com valores de janeiro de 2024 e planejadas para ocorrer no ano zero (ano de implantação). As despesas de investimento estão detalhadas no Anexo B deste trabalho.

Cabe destacar que os custos para a implantação de barreiras verdes que vai acontecer pela regeneração natural, e para a realização da compostagem, que não necessita de estruturas de alvenaria para ser implementada ou revolvimento (pois optou-se pela compostagem estática) foram considerados irrisórios e não foram incluídos no sistema. Para a compostagem, a mão de obra foi incluída na contratação de um trabalhador adicional ao sistema que também ficará responsável pela manutenção das áreas de arborização e dos SAFs, bem como manejo do meliponário.

As despesas operacionais são todas aquelas necessárias ao funcionamento do SPL e incluem mão de obra, sêmen, medicamentos, manutenção da ordenhadeira e dos demais equipamentos, combustíveis e outras. Essas despesas foram calculadas com base nos valores médios gastos do SPL em 2023, e as despesas não incluídas, foram orçadas com valores de janeiro de 2024. Também, mesmo sabendo que deve haver redução no valor gasto com medicamentos e reprodução (visto que os gastos realizados atualmente com os hormônios necessários à IATF não existirão mais) optou-se por não reduzir esses valores. Nesse sentido, Michels *et al.* (2019) identificaram uma diminuição nos gastos de 35,6%, que ocorreu em grande parte, pela mudança no manejo em que os animais deixaram de receber ração concentrada comercial. Além disso, constataram um aumento nos gastos com medicamentos pois relataram que a homeopatia utilizada na propriedade foi mais cara que quando se utilizavam medicamentos alopáticos. Nesse sentido, os medicamentos homeopáticos comerciais foram incluídos com um item à parte de “Medicamentos e vacinas”.

As despesas operacionais ocorreram ao longo de todos os anos do projeto e foram separadas nas despesas que já ocorriam antes da transição no item “Funcionamento do SPL” das “Novas despesas anuais advindas do Projeto”. Todas as despesas operacionais são apresentadas no Anexo C.

Cabe ressaltar que tanto nas despesas operacionais quanto nas de investimento o valor do frete já está adicionado ao valor final. Ainda, em ambas foi adicionado um item para despesas ou custos não previstos, sendo 10% do valor das despesas e investimentos. Esse item é importante, uma vez que permite considerar pequenos gastos não previstos além de manter a análise conservadora.

4.2.4 Indicadores de Viabilidade

O fluxo de caixa utilizado para cálculo dos indicadores de Viabilidade está apresentado no Anexo D. A partir dele foram calculados o PP de 4,44 anos, VPL de R\$ 548.437,62 e TIR de 35,11%. O resultado do PP significa que todo o valor investido no projeto retornaria em pouco mais de quatro anos. Apesar da fácil interpretação e do valor calculado indicar a aceitação do projeto, deve-se lembrar que, como esse valor não considera o valor do dinheiro no tempo, necessita ser interpretado em conjunto com os demais indicadores.

A interpretação do VPL calculado é de que o projeto vai remunerar o custo do capital da empresa investido nele e ainda aumentará seu valor em R\$ 992.521,00. A TIR indica que o projeto vai remunerar o capital investido no projeto em 35,11% ao ano, percentual bem acima

dos rendimentos reais obtidos em aplicações bancárias. Assim, tanto a TIR quanto o VPL calculados indicam que o projeto tem viabilidade econômica.

Apesar de não terem sido localizados trabalhos de viabilidade econômica de transição agroecológica ou de conversão orgânica, esses resultados podem ser comparados com trabalhos que tratam da avaliação econômica de sistemas silvipastoris convencionais. Vinholis *et al.* (2013) compararam a viabilidade de dois sistemas silvipastoris: um em que as linhas de árvores eram protegidas por cercas e os animais entravam cinco meses após o plantio e um outro em que os animais entravam apenas no sexto ano, após as árvores terem altura suficiente para permitir o pastejo. Até o quinto ano a área de pastagem foi utilizada para cultivo de lavouras temporárias (milho e sorgo), receitas essas que entraram nas receitas do sistema.

O primeiro sistema (pecuária-floresta) não apresentou resultados economicamente viáveis devido ao alto investimento inicial para a implantação das árvores e a recuperação da pastagem degradada, associado à baixa receita inicial no sistema de produção. O segundo sistema (lavoura-pecuária-floresta) foi economicamente viável apresentando TIR de 17,60%, VPL de R\$ 18.234,08 e PP de 7 anos. Comparando-se com o planejamento apresentado neste trabalho, a principal diferença é que, independentemente de não contar com a receita das lavouras temporárias, as linhas de arbóreas terão também produção de frutíferas, antes da colheita final da madeira, o que traz mais receitas ao sistema, durante os anos do horizonte de planejamento.

Em outro trabalho, Schettini (2017) avaliou a viabilidade econômica em um sistema silvipastoril com pecuária leiteira em Minas Gerais. Com quatro cenários distintos, aqueles que tinham apenas leite e pastagem sem árvores e leite e eucalipto (vendido para lenha) não apresentaram viabilidade econômica. Os cenários de leite, lenha e serraria e lenha e aluguel do pasto foram viáveis, evidenciando que o aproveitamento da madeira é um fator importante para a viabilidade dos sistemas Silvipastoris.

Muller *et al.* (2011) avaliando um sistema silvipastoril com eucalipto e *Acacia mangium* de 10 anos de idade também apontaram viabilidade econômica (VPL de US\$576,12 e TIR de 10%) quando a madeira é vendida em pé (condição semelhante à utilizada neste trabalho). Naquele estudo, quando consideradas isoladamente, tanto a silvicultura como a atividade pecuária foram independentemente viáveis. Apesar das variações de preços que a pecuária leiteira apresenta ao longo dos anos, ambos os trabalhos afirmam que o sistema silvipastoril para a produção leiteira é viável, corroborando os resultados deste trabalho.

4.3 Avaliação de impactos socioeconômicos e institucionais do projeto

A avaliação de impactos do projeto demonstrou impactos positivos tanto no que se refere à dimensão socioambiental quanto à dimensão de desenvolvimento institucional de acordo com as publicações citadas na revisão deste trabalho. De forma geral, como a FECM já está adequada em diversos critérios, alguns dos impactos quantificados foram menores do que os que se esperaria em uma fazenda comercial. Essa discussão será retomada nos indicadores específicos.

O Quadro 2 a seguir apresenta os resultados de Impacto Socioambiental do Projeto. Observa-se que os maiores impactos positivos foram identificados nos critérios de Respeito ao consumidor, Gestão, Renda e Eficiência tecnológica, embora todos os demais tenham tido impacto positivo.

Quadro 2 - Resultados do Ambitec Agro relativos aos impactos socioambientais

Critérios de impacto da atividade	Importância do critério	Coefficientes desempenho	Índices integrados
Mudança no uso direto da terra	0,05	1,0	Eficiência tecnológica 2,8
Mudança no uso indireto da terra	0,05	0,0	
Consumo de água	0,05	3,0	
Uso de insumos agrícolas	0,05	13,5	
Uso de insumos veterinários e matérias-primas	0,05	1,5	
Consumo de energia	0,05	0,0	Qualidade ambiental 1,9
Geração própria, aproveitamento, reuso e autonom	0,025	0,8	
Emissões à atmosfera	0,02	0,8	
Qualidade do solo	0,05	5,0	Respeito ao consumidor 3,4
Qualidade da água	0,05	1,0	
Conservação da biodiversidade e recuperação	0,05	0,9	Emprego / Ocupação 0,4
Qualidade do produto	0,05	3,8	
Capital social	0,02	3,3	Renda 3,0
Bem-estar e saúde animal	0,02	3,3	
Capacitação	0,02	1,8	Saúde 2,5
Qualificação e oferta de trabalho	0,02	0,0	
Qualidade do emprego / ocupação	0,05	0,0	Gestão 3,1
Equidade entre gêneros, gerações, etnias	0,02	0,0	
Geração de renda	0,05	1,0	Índice geral de impacto da tecnologia 2,49
Valor da propriedade	0,02	5,0	
Segurança e saúde ocupacional	0,025	3,0	
Segurança alimentar	0,05	2,0	
Dedicação e perfil do responsável	0,05	5,5	
Condição de comercialização	0,05	0,5	
Disposição de resíduos	0,02	3,0	
Gestão de insumos químicos	0,02	0,0	
Relacionamento institucional	0,02	6,3	
Averiguação da ponderação	1		

No índice de Eficiência Tecnológica foram considerados os impactos relacionados com a eliminação do uso de herbicidas e fertilizantes químicos, obrigatória pelas legislações orgânicas. Ainda, foi considerada a redução do uso de medicamentos veterinários alopáticos, principalmente, os ectoparasiticidas e os antibióticos. Os últimos não estão proibidos, mas seu

uso passa a ser mais limitado. Finalmente, a implantação das leguminosas, tanto nas áreas já existentes de pastejo rotacionado como nas áreas que serão recuperadas com SAF assim como as mudanças no manejo em que os sistemas de leite e carne passam a estar fisicamente separados por barreiras verdes, a implantação de pastejo rotacionado para todas as categorias animais do SPL e a substituição gradual por animais mais adaptados foram consideradas neste item. Para os outros indicadores, não foram apontadas variações relevantes.

No índice de qualidade ambiental, foram considerados os impactos locais associados à recuperação das pastagens degradadas, que leva à redução moderada de erosão e assoreamento dos corpos d'água e de contaminação das águas pois foi considerado que a aplicação de herbicidas e medicamentos já seguiam as recomendações de boas práticas na sua aplicação. No item de conservação da biodiversidade, foi considerada a biodiversidade advinda tanto das espécies selecionadas para o SAF quanto das barreiras verdes de vegetação nativa que beneficiará a fauna silvestre (aves, pequenos mamíferos e insetos).

No índice de respeito ao consumidor, a produção de leite sem resíduos químicos e a necessidade de usar fornecedores certificados orgânicos tiveram impactos positivos com, respectivamente, grande e moderado aumento. Apesar de esperar a redução do uso de insumos externos, foi considerado um impacto moderado negativo relacionado com a disponibilidade desses insumos que, na região, ainda não são facilmente encontrados. Nos indicadores relativos ao Capital Social, foram considerados impactos positivos com abrangência no entorno pela participação no SPG, que permitiria o aumento da captação de demandas externas, a execução de projetos de extensão e a consequente transferência de tecnologias mais do que já tem acontecido atualmente. Como várias dessas atividades já ocorrem na situação atual, o impacto foi considerado apenas moderado. Ainda neste índice, os indicadores relacionados com o bem-estar e a saúde animal tiveram moderado aumento pontualmente, seja pelas iniciativas de sombreamento das pastagens seja pela intensificação do manejo preventivo necessário ao sistema orgânico e o treinamento que os profissionais que já atuam no setor passam a receber. Novamente o aumento é moderado pois os animais já têm boas condições de saúde e bem-estar.

No índice de Emprego e Ocupação, foram considerados treinamentos de curta duração frequentes dedicados à produção orgânica tanto para os funcionários de campo quanto para os técnicos agrícolas. O critério de qualificação e oferta de trabalho não sofrerão alteração pois os profissionais já têm os contratos adequados às legislações e benefícios trabalhistas. Cabe também ressaltar que como os contratos são estabelecidos para a universidade, não é possível

contemplar, apenas para o SPL ou para a FECM as questões de igualdade de oportunidade para diferentes gêneros e etnias. Dessa forma, em uma fazenda comercial, esses indicadores poderiam ter maiores impactos do que os identificados para a FECM. Por outro lado, no trabalho de Soares *et al.* (2021) esse indicador também foi baixo visto que o trabalho era predominantemente de mão de obra familiar.

No índice de Renda foi considerado um moderado aumento no montante pela agregação de valor prevista ao leite certificado orgânico. Em uma propriedade convencional, além desse item, poderia haver aumento alto ou moderado no item de diversidades de fontes de renda, seja pela venda de animais seja pelas frutas que serão produzidas nos SAF ou eventualmente, a venda de excedente de alimentação dos animais (silagem, por exemplo) provenientes de sistemas orgânicos. No critério de valor da propriedade, apenas as adequações necessárias à conversão orgânica já garantem um aumento moderado nos critérios de atendimento à legislação e conservação dos recursos naturais. Foi considerado um elevado aumento do indicador preço de produtos e serviços pensando tanto no preço do leite quanto na agregação de valor dos serviços dos profissionais que passarão a atuar na produção orgânica.

No índice de Saúde foram considerados uma grande redução no uso de agentes químicos geradores de insalubridade e um aumento moderado na qualidade nutricional do leite produzido.

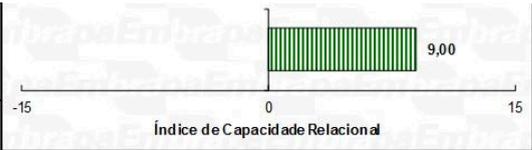
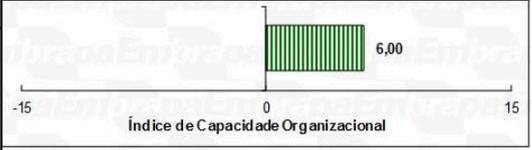
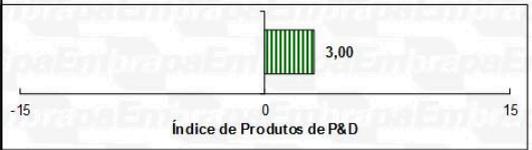
No índice de gestão e administração foram considerados aumento moderado na capacitação e grande aumento no modelo formal de planejamento e no sistema de certificação que são respectivamente, obrigatório pela necessidade do plano de manejo e registro formal das alterações que venham a ser necessárias e resultado da conversão orgânica. Também foi considerado um moderado aumento na cooperação com outros produtores, justamente pelas possibilidades advindas da participação no SPG. No indicador de compostagem também foi considerado um grande aumento pois, atualmente, nenhuma iniciativa nesse sentido é realizada na propriedade. No critério Relacionamento Institucional foram considerados aumentos moderados no indicador de associativismo e no de vistoria e um grande aumento na filiação tecnológica nominal, todos advindos do atendimento às legislações orgânicas e da escolha pela certificação via SPG.

Finalmente, o índice de impacto da tecnologia de 2,49 é um valor intermediário entre os índices médios levantado por Campos *et al.* (2018) que foi de 2,07 e por Soares *et al.*(2021) que foi de 3,37. Nesse sentido, as restrições observadas foram por estar sendo trabalhado com uma instituição pública que traz consigo uma série de normas e

procedimentos já preestabelecidas; além disso, fica claro o potencial de gestores com maior autonomia terem de gerar impactos positivos ao optar pela conversão orgânica. Nesse sentido, o trabalho de Soares *et al.* (2021) corrobora tal fato, uma vez que dois agricultores chegaram a ter índices superiores a 3,8 pois já estavam mais avançados no processo de transição agroecológica por terem participado de outras iniciativas que agregaram maior capacidade técnica a eles, como o programa Balde Cheio.

Tratando-se da dimensão de Desenvolvimento Institucional, os resultados são apresentados no quadro 3 a seguir. Os índices integrados que demonstraram maior impacto foram os de Capacidade Relacional e Organizacional mas, da mesma forma que aconteceu com a dimensão anterior, todos os índices foram positivos, demonstrando impactos para as redes de cooperação que podem ser fortalecidas, o que impactaria, diretamente, nos indicadores relativos à Pesquisa e à Extensão da FECM.

Quadro 3 - Resultados do Ambitec-Agro dimensão Desenvolvimento Institucional

Critérios de impacto - desenvolvimento Institucional	Peso do critério	Coefficientes de desempenho	Índices integrados	
Relações de equipe / rede de pesquisa	0,1	12,0	Aspecto Capacidade Relacional	
Relações c/ interlocutores (beneficiários, parceiros, fornecedores e financiadores)	0,1	6,0		
Instalações (métodos e meios)	0,1	0,3	Capacidade Científica-tecnológica	
Recursos do projeto (captação e execução)	0,1	0,6		
Equipe / Rede de pesquisa	0,1	6,0		
Transferência / extensão	0,1	6,0	Capacidade Organizacional	
Produtos de P&D	0,2	5,0		
Produtos tecnológicos	0,2	1,0		
Averiguação da ponderação		1	6,00	
Índice de impacto de desenvolvimento Institucional	4,29		3,00	

O Índice de Capacidade Relacional foi o que teve o maior impacto calculado. Isso ocorreu porque se considerou que haveria moderado ou grande aumento nas relações de equipe e redes de pesquisa, inclusive agregando novos pesquisadores e instituições de pesquisa que trabalham no tema. Nas relações com interlocutores, também foi caracterizado

um aumento moderado na maioria dos indicadores, pois o projeto permitiria, da mesma forma, a capacitação de alunos e ex-alunos além de produtores orgânicos de outros municípios. Para ambos os critérios, o impacto foi considerado de âmbito do entorno. Vedovoto *et al.* (2022) ao aplicarem essa dimensão analisando o resultado de um projeto de cooperação técnica entre o Ministério da Agricultura do Uruguai (MGAP) e o Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) identificaram nesse aspecto impacto máximo positivo devido às parcerias entre as instituições executoras do projeto com os produtores envolvidos, os técnicos de extensão rural contratados, além das relações institucionais com os doadores dos recursos, resultado semelhante ao esperado com este projeto.

O Índice de Capacidade Científica-Tecnológica teve baixo impacto positivo, pois não se considerou que o projeto traria grandes mudanças em termos de instalações físicas ou informacionais. Apenas as estruturas já existentes poderiam ser compartilhadas e a disponibilidade de instrumental bibliográfico que seria aumentado para os envolvidos localmente. Da mesma forma, considerou-se que haveria impactos moderados e de âmbito local na captação de recursos, que seriam mais voltados à agregar pessoas ao sistema (consultores e profissionais que a FECM não tem à disposição). No exemplo publicado em Vedovoto *et al.* (2022) este também foi o índice de menor destaque uma vez que os impactos foram considerados apenas no âmbito local.

O Índice de Capacidade Organizacional também teve impactos moderados mas de abrangência do entorno, principalmente com o aumento de eventos e atividades de capacitação tanto da própria equipe da FECM como de outros produtores e estudantes, além dos que já ocorrem. Apenas no indicador de realização de experimentos e avaliações é que se espera um impacto forte, já que, atualmente, são poucos os experimentos realizados no SPL e a conversão tornaria essa possibilidade mais atrativa. Da mesma forma, espera-se que aumente fortemente o indicador projetos de extensão pois a conversão deve atrair outros professores e pesquisadores além daqueles que já existem hoje. Na experiência descrita por Vedovoto *et al.* (2022) este também foi um índice de alto impacto, principalmente no critério Transferência/extensão visto que se constatou alcance além da rede de pesquisa, incluindo atendimento direto aos produtores rurais participantes, técnicos e estudantes, além da ampla divulgação na mídia que o projeto obteve.

Finalmente, com relação ao Índice de Produtos de P&D, espera-se um aumento moderado nos produtos, principalmente as publicações em diversos formatos, como resultado

das novas parcerias e pesquisas. No item produtos tecnológicos, considerou-se um impacto moderado pelo desenvolvimento de novos produtos lácteos com o leite orgânico produzido na FECM - à semelhança de Vedovoto *et al.* (2022) que apontaram alto impacto neste índice, traduzindo o aumento da capacidade relacional. Apesar de os impactos aferidos no Uruguai terem sido bem mais altos (em todos os índices) do que os calculados nesta pesquisa, a ordenação dos índices foi bastante semelhante aos deste trabalho. Provavelmente, isso se deu porque o projeto de cooperação envolveu valores monetários bastante diferentes dos previstos neste projeto, o que possibilita o envolvimento e o atendimento de maior número de pessoas.

De forma geral, estes resultados apontam que, além dos benefícios socioambientais que já eram esperados, da transição agroecológica do SPL, o projeto tem o potencial de beneficiar enormemente a imagem da FECM e da UFF por todo o impacto institucional esperado. No estado do Rio de Janeiro, o SPL agroecológico da FECM seria o segundo como unidade demonstrativa em instituição de ensino/pesquisa e um dos poucos do Brasil que trabalham com produção animal agroecológica, contribuindo para reduzir a carência de pesquisas nessas áreas, conforme discutido na introdução deste trabalho.

5 CONCLUSÕES

- Apesar da conversão orgânica ser possível em até 18 meses, dependendo da cultura e do uso da área anteriormente, a transição agroecológica de uma propriedade leva anos para ser efetivada pois é necessária a recuperação das funções ecológicas que geralmente estão muito reduzidas pela simplificação dos sistemas de produção de alimentos convencionais.
- Para além das ações obrigatórias para a conversão orgânica, a transição agroecológica demanda ações específicas visando à contribuição aos 13 princípios e elementos da agroecologia.
- Neste trabalho, as 15 ações planejadas foram capazes de contribuir para os 13 princípios e elementos da agroecologia. Destaca-se que, com a adesão a um SPG, foi possível colaborar inclusive para aqueles que têm escala de aplicação no SA, demonstrando-se o transbordamento dos benefícios para os demais atores do sistema.
- Economicamente, a transição agroecológica do SPL proposta foi viável. Contudo, caberia a realização de análise de sensibilidade em trabalhos semelhantes visando identificar quais variáveis são mais críticas e que poderiam comprometer em maior escala a viabilidade do projeto.
- O projeto delineado neste trabalho não deve ser entendido como um modelo ou um manual a ser copiado ou seguido. Apesar de os métodos utilizados poderem ser replicados, destaca-se que este projeto é contexto dependente, tendo sido planejado para as condições edafoclimáticas, institucionais e socioeconômicas da propriedade analisada. Ser contexto dependente deve ser característica fundamental dos projetos de transição agroecológica e outras técnicas e ações tecnicamente viáveis localmente devem ser pesquisadas e incluídas nos planejamentos, sempre que disponíveis.
- A aplicação do Ambitec-agro aos resultados esperados do projeto demonstrou os potenciais impactos positivos nas dimensões ecológicas, socioeconômicas e institucionais. Sugere-se, para trabalhos semelhantes, a aplicação da ferramenta para o projeto apenas de conversão orgânica, de forma a ser possível identificar, por diferença, o impacto específico das ações de transição agroecológicas.
- Os impactos institucionais foram bastante altos e, se o projeto for aplicado, podem ser ainda maiores, o que demonstra o potencial de pesquisa e extensão pela articulação que será possível com outras instituições públicas, associações de produtores e

organizações não governamentais que atuam nos movimentos socioambientais, principalmente os orgânicos e agroecológicos.

- Este trabalho não teve o objetivo de captar os impactos da implantação de tal projeto no ensino, principalmente de graduação. Entretanto, cabe registrar que possivelmente existem várias vantagens didático-pedagógicas nesta implantação tais como: a quebra de paradigma dos modelos convencionais de produção, o conhecimento e a prática da rastreabilidade e de um sistema de conformidade orgânica, a compreensão integrada da saúde do solo, das plantas e dos animais, a participação em movimentos sociais entre outros. Nesse sentido, pretende-se sistematizá-los em publicações futuras.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Do modelo agroquímico à agroecologia: a busca por sistemas alimentares saudáveis e resilientes em tempos de COVID-19. *Desenvolvimento e meio ambiente*, Curitiba: UFPR, v. 57, p. 245-257, 2021.
- ALTIERI, Miguel. *Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável*. 2. ed. Porto Alegre: Ed. Universidade; UFRGS, 1995. 110 p.
- ALVES, A. A.; LANA, A. M. Q.; YAMAGUCHI, L. C. T.; AROEIRA, L. J. M. *et al.* Análise de desempenho econômico da produção de leite: Estudo de caso no Distrito Federal. *Ciência Agrotecnologia*, v. 33, n. 2, p. 567-573, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542009000200032>.
<https://www.scielo.br/j/cagro/a/RZtmyvcW6JQb7Q6jqbhB7yk/?lang=pt>. Acesso em: 30 jan. 2024.
- ANDRADE, C. M. S. de. *Pastejo Rotacionado*. Rio Branco: Embrapa Acre, 2008. 2p.
- ANDRADE, Maristela O. de. Resenha de Toledo e Barreira-Bassols. *Gaia Scientia* v.4, n.2, 2010. p. 01-02
- Associação de Agricultores Biológicos do Estado do RJ (ABIO). *Quem somos*. 2024. Disponível em: <https://abiorj.org/sobre-abio/>. Acesso em 10 jan. 2014
- BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO -BNDES. *Sistemas Agrícolas Tradicionais (SAT)*. 25 de maio de 2018. Disponível em: [https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/noticias/noticia/sat-sistemas-agricolas-tradicionais#:~:text=Os%20Sistemas%20Agr%C3%ADcolas%20Tradicionais%20\(SAT,por%20povos%20e%20comunidades%20tradicionais](https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/noticias/noticia/sat-sistemas-agricolas-tradicionais#:~:text=Os%20Sistemas%20Agr%C3%ADcolas%20Tradicionais%20(SAT,por%20povos%20e%20comunidades%20tradicionais). Acesso em 10 jan. 2024
- BARRIOS, Edmundo; GEMMILL-HERREN, Barbara; BICKSLER, Abram; SILIPRANDI, Emma; BRATHWAITE, Ronnie; MOLLER, Soren; BATELLO, Caterina; TITTONELL, Pablo. The 10 Elements of Agroecology: enabling transitions towards sustainable agriculture and food systems through visual narratives. *Ecosystems and People*, v. 16, n. 1, p. 230–247, jan. 2020. DOI 10.1080/26395916.2020.1808705. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/26395916.2020.1808705>. Acesso em: 15 jan. 2024.
- BECKER, C; SILVA, S. R. da. (2021) Revisitando os conceitos de Transição Agroecológica e Sistemas Agroalimentares Sustentáveis. In: Sousa, C. Da S.; Lima, F. De S.; Sabioni, S. C. (Orgs) *Agroecologia [livro eletrônico] : métodos e técnicas para uma agricultura sustentável*. Guarujá, SP: Científica Digital, v. 5, cap. 24, 2021. p. 274-285
- BONAUDO, Thierry; BENDAHAN, Amaury Burlamaqui; SABATIER, Rodolphe; RYSCHAWY, Julie; BELLON, Stéphane; LEGER, François; MAGDA, Danièle; TICHIT, Muriel. Agroecological principles for the redesign of integrated crop–livestock systems. *European Journal of Agronomy*, v. 57, p. 43–51, jul. 2014. DOI 10.1016/j.eja.2013.09.010.

Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1161030113001317>. Acesso em: 29 jan. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 019, 2009. Aprova os mecanismos de controle e informação da qualidade orgânica.

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: 02 fev. 2024

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. PORTARIA Nº 52, de 15 de março de 2021. Estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção e as listas de substâncias e práticas para o uso nos Sistemas Orgânicos de Produção.

Brasília: DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO v.55, Seção 1, p.10. 2021. Disponível em:

<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-52-de-15-de-marco-de-2021-310003720>

Acesso em: 02 fev. 2024

BRASIL. Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Diário Oficial [da] União, Brasília, 24 dez. 2003. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.831.htm . Acesso em: 30 ago. 2022

BRIGHENTI, Alexandre Magno; DONAGEMMA, Guilherme Kangussú; PIMENTEL, Róberson Machado. Survey of Weed Infestation of Three Levels of Pasture Degradation in the Municipality of Cachoeiras de Macacu, State of Rio de Janeiro. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, v. 18, n. 3, p. e04085, 18 dez. 2023. DOI 10.24857/rgsa.v18n3-012. Disponível em: <https://rgsa.emnuvens.com.br/rgsa/article/view/4085>. Acesso em: 17 jan. 2024.

CAMPOS, A.T. de; FERREIRA, A. de M.; PIRES, M. de F.A. Composição do rebanho e sua influência na produção de leite. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 63).20p.

CAMPOS, Matheus B. N.; SOARES, João Paulo G.; JUNQUEIRA, Ana Maria R.; RODRIGUES, Geraldo S.; MALAQUIAS, Juaci Vitória. Impactos ambientais, sociais e econômicos da conversão para a produção de leite orgânico em propriedades familiares na Bacia Hidrográfica do Rio Paraná III.. In: *Anais do VI CLAA, X CBA e V SEMDF. Cadernos de Agroecologia*, v.13, n. 1, 2018.

CANAVER, Bruno S.; RECK, Ângelo B.; ENRIQUEZ, Daniel; MACHADO FILHO, Luiz Carlos P. Produção agroecológica de leite em pastoreio racional Voisin em municípios do oeste catarinense. *Revista Eletrônica de Extensão - Extensio*, v. 3, n. 4, 2006. p.1-8.

Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/extensio/article/view/5588/5075> Acesso em 30 jan. 2024

CANHOLI, Patricia Fracarolli. Perspectives on agroecological transition of dairy cattle raising in agrovillage V of Pirituba II settlement (SP). 2009. 183 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2009. Disponível em:

<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/80> Acesso em 30 jan. 2024

CAVALLET, Valdo José. A FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO AGRÔNOMO EM QUESTÃO: A expectativa de um profissional que atenda as demandas sociais do século XXI. 128 f. Tese, (Doutorado em Educação) Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 1999.

NICHOLLS C.I.; ALTIERI, M.A. Agroecology: Principles for the Conversion and Redesign of Farming Systems. *Journal of Ecosystem & Ecography*, v. 01, n. s5, 2016. DOI 10.4172/2157-7625.S5-010. Disponível em: <https://www.omicsonline.org/open-access/agroecology-principles-for-the-conversion-and-redesign-of-farming-systems-2157-7625-S5-010.php?aid=72904>. Acesso em: 2 fev. 2024.

COCOA ACTION BRASIL; INSTITUTO ARAPYAUÍ; WRI Brasil. Viabilidade econômica de sistemas produtivos com cacau Cabruca, Pleno Sol e Sistemas Agroflorestais nos estados da Bahia e do Pará. 2021. Disponível em: https://www.worldcocoaoundation.org/wp-content/uploads/2020/05/Viabilidade-economica-d-e-sistemas-produtivos-com-cacau_Cabruca-Pleno-Sol-e-Sistemas-Agroflorestais-nos-estados-da-Bahia-e-do-Para_CocoaAction-Brasil-Instituto-.pdf Acesso em 10 jan. 2024

Companhia Nacional de Abastecimento - Conab. Preços Médios Mensais: Juçara Fruto. 2024. Disponível em: <https://sisdep.conab.gov.br/precosiagroweb/> Acesso em: 23 jan. 2024

CONTE, Renato Augusto. Conservação e utilização do subproduto da banana como alimento alternativo para vacas leiteiras. 2017. 62 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade do Estado de Santa Catarina, Mestrado em Zootecnia, 2017.

DANTAS, J. R. da C. Impactos ambientais na bacia hidrográfica de Guapi/Macacu e suas consequências para o abastecimento de água nos municípios do leste da Baía de Guanabara. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. 26p. Acesso em 27 de julho de 2022. Disponível em: http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/337/1/sgpa-10_final.pdf

DEMATTÊ FILHO, L.C.; DE CARVALHO, Í.C.S.; MENDES, C.M.I.; NACIMENTO, R.A.; VIEIRA, L.M. 'Assessing smallholder farmers' perception of value creation and appropriation in sustainable production'. *Int. J. Environment and Sustainable Development*, Vol. 22, No. 2, 2023. p.226–253.

DESING, Harald; BRUNNER, Dunia; TAKACS, Fabian; NAHRATH, Stéphane; FRANKENBERGER, Karolin; HISCHIER, Roland. A circular economy within the planetary boundaries: Towards a resource-based, systemic approach. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 155, p. 104673, abr. 2020. DOI 10.1016/j.resconrec.2019.104673. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0921344919305798>. Acesso em: 21 fev. 2024.

DUMONT, B., GONZÁLEZ-GARCÍA, E., THOMAS, M., FORTUN-LAMOTHE, L., DUCROT, C., DOURMAD, J., TICHIT, M. Forty research issues for the redesign of animal production systems in the 21st century. *Animal*, v.8, n.8, 2014. p.1382-1393.

DUMONT, B.; FORTUN-LAMOTHE, L.; JOUVEN, M.; THOMAS, M.; TICHIT, M. Prospects from agroecology and industrial ecology for animal production in the 21st century. *Animal*. v.7, n.6, 2013. p.1028-1043.

EHLERS, E. A agricultura alternativa: uma visão histórica. *Estudos Econômicos*, São Paulo, v. 24, 1994, p.231-262.

EIDT, Jane S.; UDRY, Consolacion. *Sistemas Agrícolas Tradicionais no Brasil* Brasília, DF:Embrapa, 2019. 351 p.

FERGUSON, Rafter Sass; LOVELL, Sarah Taylor. Permaculture for agroecology: design, movement, practice, and worldview. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, v. 34, n. 2, p. 251–274, abr. 2014. DOI 10.1007/s13593-013-0181-6. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s13593-013-0181-6>. Acesso em: 12 jan. 2024.

FERRAZ FILHO, Antônio Carlos; RIBEIRO, Andressa. Crescimento e produção de mogno-africano: quantificação e influências In: Cristiane Aparecida Fioravante Reis *et al.* (Eds). *Mogno-africano (Khaya spp.): atualidades e perspectivas do cultivo no Brasil*. . Brasília, DF:Embrapa, 2019. 378 p.

FERREIRA NETO, Djalma Nery. Caminhos e perspectivas para a popularização da permacultura no Brasil. 2017. Mestrado em Ecologia Aplicada – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017. DOI 10.11606/D.91.2017.tde-24082017-190404. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/91/91131/tde-24082017-190404/>. Acesso em: 12 jan. 2024.

FIGUEIREDO, E. A. P. de; SOARES, J. P. G. Sistemas orgânicos de produção animal: dimensões técnicas e econômicas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49., 2012, Brasília. A produção animal no mundo em transformação: anais. Brasília, DF: SBZ, 2012. 31p.

FONSECA, Maria Fernanda de A. C.; LEITE, Romeu M.; ALMEIDA, Lucia Helena M. de. A regulamentação da Agricultura Orgânica no Brasil: memórias do Grupo de Agricultura Orgânica e do Fórum Brasileiro de Sistemas Participativos de Garantia In: HIRATA, A. R.; ROCHA, L. C. D. (Org.) *Sistemas Participativos de garantia no Brasil: histórias e experiências*. Pouso Alegre: IFSuldeminas, p. 13-48, 2020.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION -FAO. FAOSTAT. Crops and livestock products data. 2024a. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data> Acesso em 10 jan. 2024

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION -FAO. Globally Important Agricultural Heritage Systems. 2024b. Disponível em: <https://www.fao.org/giahs/en/> Acesso em 10 jan. 2024

FUKUOKA, M. A revolução de uma palha - Uma introdução à agricultura selvagem. 2ª ed. Porto: Via Optima. 2008. 175p.

GLIESSMAN S. Defining Agroecology, *Agroecology and Sustainable Food Systems*, v. 42, n.6, 2018. p. 599-600, DOI: 10.1080/21683565.2018.1432329

GLIESSMAN, S. R. *Agroecology. Ecological processes for sustainable agriculture*. Chicago, SLEEPING BEAR PRESS, 1998. 305p

GLIESSMAN, S. Transforming food systems with agroecology, *Agroecology and Sustainable Food Systems*, v.40, n.3, 2016. p.187-189, DOI:10.1080/21683565.2015.1130765

GUIMARÃES, Lorena A. de O. P.; SOUZA, Roberta G. de (Orgs.) *Palmeira juçara : patrimônio natural da Mata Atlântica no Espírito Santo*. Vitória, ES : Incaper, 2017. 68 p.

HOLMSTRÖM, T. C. N.; SANTOS, D. A.; FRAGATTA, N.; RAGAZZI, F. G.; MODESTO, E. C. Benchmarking dos indicadores econômicos entre a produção orgânica de leite e o sistema convencional com produtividade similares / Benchmarking of economic indicators between organic and conventional milk production with similar productivity. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 705–714, 2020. DOI: 10.34188/bjaerv3n2-030. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/11355>. Acesso em: 30 jan. 2024.

HUPFFER, H. M.; WEYERMÜLLER, A. R.; WACLAWOVSKY, W. G.. Uma análise sistêmica do princípio do protetor -recebedor na institucionalização de programas de compensação por serviços ambientais. *Ambiente & Sociedade*, v. 14, n. 1, p. 95–114, 2011.

IBGE, *Produção da Pecuária Municipal 2022*; Rio de Janeiro: IBGE, 2023

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. *Produção e consumo de produtos orgânicos no mundo e no Brasil*. IPEA: Brasília, 2020 Acesso em 27 de julho de 2022, de http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9678/1/TD_2538.pdf

KORHONEN, Jouni; HONKASALO, Antero; SEPPÄLÄ, Jyri. Circular Economy: The Concept and its Limitations. *Ecological Economics*, v. 143, p. 37–46, jan. 2018. DOI 10.1016/j.ecolecon.2017.06.041. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0921800916300325>. Acesso em: 21 fev. 2024.

LOPES, Paulo Rogério; LOPES Keila Cássia S. A. SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE BASE ECOLÓGICA – A BUSCA POR UM DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL. *Revista Espaço de Diálogo e Desconexão*, Araraquara, v. 4, n. 1, 2011.

MACHADO FILHO, Luis Carlos P.; AGUDELO, José Alfredo B. .; PEREIRA, Fabiellen Cristina; BICA, Gabriela S.; WENDLING, Adenor. V.; KAZAMA, Daniele C.S.; KUHNEN, Shirley. Criação animal agroecológica: reflexões e desafios. *Revista Brasileira de Agroecologia*, Rio de Janeiro, v. 18, n. 1, p. 214–237, 2023. DOI: 10.33240/rba.v18i1.23763. Disponível em: <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/rbagroecologia/article/view/23763>. Acesso em: 5 jan. 2024.

MACHADO, Ricardo L.; BALEM, Tatiana A.; SANTINI, Bruno. Pastoreio Racional Voisin como “pano de fundo” para a produção agroecológica de leite e a viabilização da sucessão familiar: O caso da família Santini. *Cadernos de Agroecologia*, v. 14, n. 2, 2019. (Anais do III Encontro Pan-Americano sobre Manejo Agroecológico de Pastagens; 13 a 15 de novembro de 2018). Disponível em: <https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/index.php/cadernos/article/view/2518> Acesso em 30 jan. 2024

MARTINS, Eline Matos; SILVA, Eliane Ribeiro Da; CAMPELLO, Eduardo Francia Carneiro; RESENDE, Alexander Silva De; LIMA, Sandra Santana De; NOBRE, Camila Pinheiro; CORREIA, Maria Elizabeth Fernandes. O uso de sistemas agroflorestais diversificados na restauração florestal na Mata Atlântica. *Ciência Florestal*, v. 29, n. 2, p. 632–648, 30 jun. 2019. DOI 10.5902/1980509829050. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/29050>. Acesso em: 2 fev. 2024.

MATOS, Alan Kardec V. de. REVOLUÇÃO VERDE, BIOTECNOLOGIA E TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS. *Cadernos da FUCAMP*, v.10, n.12, p.1-17, 2010.

MATTOS, Gustavo Martins de. Desempenho técnico-econômico de sistema agroflorestal entre mogno brasileiro e banana em região semiárida. 9 jul. 2018. Disponível em: <https://repositorio.unimontes.br/handle/1/998>. Acesso em: 2 fev. 2024.

MATTOS, Luciano; ROMEIRO, Ademar Ribeiro; HERCOWITZ, Marcelo. Economia do Meio Ambiente. In: MATTOS, Luciano; HERCOWITZ, Marcelo (editores) **Economia do Meio Ambiente e Serviços Ambientais**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. 294p.

MAURÍCIO, Rogério M.; SOUSA, Luciano F.; MADUREIRA, Ana Paula. Sistemas silvipastoris: opção sustentável para a produção pecuária nos trópicos. In: Anais... II Simpósio Brasileiro de Agropecuária Sustentável. Viçosa-MG; 2010.

MICHELS, A.; SOTT, V. R.; PEDROTTI, A. P.; LOLATO, A. P. Gastos na produção de leite orgânico em uma propriedade do município de Guarujá do Sul. *Anais do Congresso Brasileiro de Custos - ABC*, [S. l.], Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/4682>. Acesso em: 26 jan. 2024.

MIGLIORINI, Paola; WEZEL, Alexander. Converging and diverging principles and practices of organic agriculture regulations and agroecology. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, v. 37, n. 6, p. 63, dez. 2017. DOI 10.1007/s13593-017-0472-4. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s13593-017-0472-4>. Acesso em: 2 fev. 2024.

MOLLISON, Bill; HOLMGREN, David. *Permaculture One: A Perennial Agricultural System for Human Settlements*. Austrália: Tagari, 1978.

MOREIRA, Jose Mauro M. Á. P.; REIS, Cristiane A. F.; SANTOS, Alisson M.; OLIVEIRA, Edilson B.; OLIVEIRA, Vera Lúcia E. de. *Custo de produção do mogno-africano no estado de Goiás*. Colombo: Embrapa Florestas, 2019. 22 p.

MÜLLER, M. D.; NOGUEIRA, G. S.; CASTRO, C. R. T. DE .; PACIULLO, D. S. C.; ALVES, F. DE F.; CASTRO, R. V. O.; FERNANDES, E. N.. Economic analysis of an agrosilvipastoral system for a mountainous area in Zona da Mata Mineira, Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, n.46, v.10, 2011. p. 1148–1153.

NICHOLLS, C.I.; ALTIERI, M.A.; KOBAYASHI, M.; TAMURA, N.; MCGREEVY, S.; HITAKA, K. Assessing the agroecological status of a farm: a principle-based assessment tool for farmers. *Agro Sur*, v. 48, n. 2, p. 29–41, 2020. DOI 10.4206/agrosur.2020.v48n2-04. Disponível em: <http://revistas.uach.cl/index.php/agrosur/article/view/6112/7224>. Acesso em: 2 fev. 2024.

NICHOLLS, CI; ALTIERI, MA; VAZQUEZ, L. Agroecology: Principles for the Conversion and Redesign of Farming Systems. *Journal of Ecosystem & Ecography*, v. 01, n. s5, 2016.

Disponível em:

<<https://www.omicsonline.org/open-access/agroecology-principles-for-the-conversion-and-redesign-of-farming-systems-2157-7625-S5-010.php?aid=72904>>. Acesso em: 2 fev. 2024.

NORONHA, J F. Projetos agropecuários ; administração financeira, orçamento e viabilidade econômica. . São Paulo: Atlas, 1987.

OCTAVIANO, Carolina. Muito além da tecnologia: os impactos da Revolução Verde.

ComCiência, Campinas, n. 120, 2010 . Disponível em

<http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-76542010000600006&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 11 jan. 2024.

OLIVEIRA, Patrícia P. A. Dimensionamento de piquetes para bovinos leiteiros, em sistemas de pastejo rotacionado. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006. 8 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Comunicado técnico, 65).

PAULL, John; HENNIG, Benjamin. A World Map of Biodynamic Agriculture. *Agricultural and Biological Sciences Journal*, v. 6, n. 2, 2020. p. 114-119

PIMENTEL, Róberson M.; TAMMY, Wagner P.; GERALDO, Arnaldo de S.; FIGUEIRA, Lucas M. Fazenda Escola de Cachoeiras de Macacu. Mapa, 2022.

RECALDE, K. M. G. *et al.* Viabilidade econômica agrícola e responsabilidade ambiental em unidades rurais de produção orgânica e convencional em Mundo Novo, MS. *Cadernos de Agroecologia*, v. 6, n. 2, p. 1-6, 2011. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/69064/1/099-recalde-viabilidade.pdf>.

Acesso em: 30 jan. 2024.

ROCKSTRÖM, Johan; STEFFEN, Will; NOONE, Kevin; PERSSON, Åsa; CHAPIN, F. Stuart; LAMBIN, Eric; LENTON, Timothy M.; SCHEFFER, Marten; FOLKE, Carl; SCHELLNHUBER, Hans Joachim; NYKVIST, Björn; DE WIT, Cynthia A.; HUGHES, Terry; VAN DER LEEUW, Sander; RODHE, Henning; SÖRLIN, Sverker; SNYDER, Peter K.; COSTANZA, Robert; SVEDIN, Uno; ... FOLEY, Jonathan. Planetary Boundaries:

Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecology and Society*, v. 14, n. 2, 2009. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/26268316>. Acesso em: 21 fev. 2024.

RODALE, Robert. Breaking new ground: the search for a sustainable agriculture. *The Futurist*, n.1, p. 15–20. 1983

RODRIGUES DO CARMO, L. F.; PAIVA, C. M.; FIGUEIREDO MENEZES, W.; DE CARVALHO DOS SANTOS, G. Desenvolvimento de modelo agroclimático para o município de Cachoeiras de Macacu – RJ. *Sistemas & Gestão*, [S. l.], v. 17, n. 1, 2022. DOI: 10.20985/1980-5160.2022.v17n1.1759. Disponível em: <https://www.revistasg.uff.br/sg/article/view/1759>. Acesso em: 16 jan. 2024.

RODRIGUES, G. S. Avaliação de impactos socioambientais de tecnologias na Embrapa. (Documentos, 99). Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2015. 41 p.

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C. Avaliação De Impacto Ambiental Da Inovação Tecnológica Agropecuária: Um Sistema De Avaliação Para O Contexto Institucional De P&D. 2002. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/108741>. Acesso em: 2 fev. 2024.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Economia ou economia política da sustentabilidade. In: MAY, P. H.(org.) **Economia do Meio Ambiente: teoria e prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 379p.

ROSSET, Peter M.; ALTIERI, Miguel A. Agroecology versus input substitution: A fundamental contradiction of sustainable agriculture. *Society & Natural Resources*, v. 10, n. 3, p. 283–295, maio 1997. DOI 10.1080/08941929709381027. Disponível em: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/08941929709381027>. Acesso em: 2 fev. 2024.

ROSSET, Peter; ALTIERI, Miguel A. *Agroecology: science and politics*. Black Point, Nova Scotia : Warwickshire, UK: Fernwood Publishing ; Practical Action Publishing, 2017(Agrarian change and peasant studies series, 7).

ROSSET, Peter; ALTIERI, Miguel. *Agroecology: science and politics*. SOCLA, 2017.

SALES, Pedro Canuto Macedo; SOARES, João Paulo Guimarães; JUNQUEIRA, Ana Maria Resende; MUNOZ, Marcela Guzman. Impactos ambientais da implantação do sistema de Produção Agroecológica Integrada e Sustentável (PAIS) em unidades familiares do Distrito Federal. *REVISTA BRASILEIRA DE AGROECOLOGIA*, v. 15, n. 5, 2020. DOI 10.33240/rba.v15i5.22871. Disponível em: <http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/view/22871>. Acesso em: 30 jan. 2024.

SAMPAIO, Paulo Henrique Selbmann. Uso de resíduos da cultura da bananeira (*Musa spp.*) para alimentação e controle de endoparasitas de ruminantes. 2016. Mestrado em Clínica Veterinária – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. DOI 10.11606/D.10.2016.tde-16112016-142143. Disponível em:

<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10136/tde-16112016-142143/>. Acesso em: 21 jan. 2024.

SANAVRIA, Argemiro; OLIVEIRA, Leonardo; MACHADO, Leandro M.; MORAIS, Marcia C. de; MIRANDA, Daniel. Sistema integrado de produção agroecológica para produção de leite orgânico em Resende – RJ. *Cadernos de Agroecologia*, v. 13, n. 1, 2018: Anais do VI Congresso Latino-americano de Agroecologia; X Congresso Brasileiro de Agroecologia; V Seminário de Agroecologia do Distrito Federal e Entorno; 12 a 15 de setembro de 2017, Brasília/DF

SANTOS, Leticia dos; VENTURI, Marcelo. O que é permacultura?.2023 Disponível em: <<https://permacultura.ufsc.br/o-que-e-permacultura/>>. Acesso em: 12 jan. 2024.

SANTOS, R.H.S; MENDONÇA, E. de Sá. Agricultura natural, orgânica, biodinâmica e agroecologia. *Informe agropecuário*, Belo Horizonte, v.22, n.212, p.5-8, 2001.

SÃO PAULO. Secretarias de Estado de Agricultura e Abastecimento, Infraestrutura e Meio Ambiente, e da Justiça e Cidadania. Resolução Conjunta SAA/SIMA/SJC n. 01, de 15 de fevereiro de 2022. Institui o Certificado da Transição Agroecológica que visa estimular à Agroecologia e Produção Orgânica no Estado de São Paulo, para o uso sustentável dos recursos naturais e aumento da oferta e consumo de alimentos saudáveis e dá outras providências. Disponível em:

http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao_urbanismo_e_meio_ambiente/legislacao/leg_estadual/leg_est_resolucoes/Resol-cjta-SAA-SIMA-SJC-01-2022_Certificado_Transicao_Agroecologica_estimulo_Agroecologia_Producao_organica.pdf Acesso em 02 fev. 2024

SCHARRER, Karl. Justus von Liebig and today's agricultural chemistry. *Journal of Chemical Education*, v. 26, n. 10, p. 515, out. 1949. DOI 10.1021/ed026p515. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed026p515>. Acesso em: 12 jan. 2024.

SCHETTINI, Bruno Leão Said. Balanço de carbono e viabilidade econômica de um sistema silvipastoril com pecuária leiteira, em Visconde do Rio Branco, MG. 2017. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2017. Disponível em: <http://www.locus.ufv.br/handle/123456789/17849> Acesso em 29 jan. 2024

SCHMID, O. Development of Standards for Organic Farming. In: LOCKERETZ, William (org.). *Organic farming: an international history*. Wallingford, UK ; Cambridge, MA: CABI, 2007.

SCHMITT. C. J. Transição agroecológica e desenvolvimento rural: um olhar a partir da experiência brasileira. In: BALESTRO, Moisés; SAUER, Sérgio. (Org.). *Agroecologia e os desafios da transição ecológica*. São Paulo: Expressão Popular, 2009.

SOARES, J. P. G.; SALES, P. C. M.; SOUSA, T. C. R.; MALAQUIAS, J. V.; RODRIGUES, G. S. Impactos ambientais da transição entre a produção de leite bovino convencional para orgânico na região integrada de desenvolvimento do Distrito Federal e entorno (RIDE/DF). *Realização*, [S. l.], v. 8, n. 16, p. 43–63, 2021. DOI: 10.30612/realizacao.v8i16.15218.

Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/realizacao/article/view/15218>. Acesso em: 26 jul. 2022

SOARES, João Paulo Guimarães; SALES, Pedro Canuto Macedo; SOUSA, Tito Carlos Rocha; MALAQUIAS, Juaci Vitória; RODRIGUES, Geraldo Stachetti. Impactos ambientais da transição entre a produção de leite bovino convencional para orgânico na região integrada de desenvolvimento do Distrito Federal e entorno (RIDE/DF). *Realização*, v. 8, n. 16, p. 43–63, 16 dez. 2021. DOI 10.30612/realizacao.v8i16.15218. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/realizacao/article/view/15218>. Acesso em: 30 jan. 2024.

SOUSSANA, Jean-Francois ; TICHIT, Muriel; LECOMTE, Philippe; DUMONT, Bertrand. Agroecology: Integration with Livestock. . In: International Symposium on Agroecology for Food Security and Nutrition, , 2014, Rome, Italy. *Agroecology for food security and nutrition: proceedings of the FAO International Symposium Rome: Food and agriculture organization*, 2015. p. 225–249. Disponível em: <https://www.fao.org/3/i4729e/i4729e.pdf>. Acesso em 26 mar. 2022

TOLEDO, Victor M.; BARREIRA-BASSOLS, Narciso. *La memória biocultural: la importância ecológica de las sabidurias tradicionales*. Barcelona: Icaria Editorial, 2008

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE -UFF. *Plano de Desenvolvimento Institucional PDI UFF 2023-2027*. 2023. Disponível em: <http://pdi.sites.uff.br/pdis-da-uff/> Acesso em: 02 fev. 2024

VALENTE, Luiza. C. M.; AZEVEDO, Fernanda. M.; SILVA, Karolina.; NUNES, Tainá. G. *Agroecologia e Medicina Veterinária: aproximações e desafios*. *Cadernos de Agroecologia* , São Cristóvão: ABA, v. 15, no 2, 2020

VALENTE, Luiza C. M.; SARAIVA, Celmira. The state of the art of agroecological or organic animal production systems in Brazil: a systematic review. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 2024. No prelo.

VEDOVOTO, G. L.; MARQUES, D. V.; VALENTE, L. C. M.; RODRIGUES, G. S. *Avaliação de impactos de tecnologias agropecuárias na Embrapa: dimensão Desenvolvimento Institucional*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2022. 22 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 136).

VEIGA, Luã; MACHADO. Luiz P. *Viabilização da produção de leite agroecológico e a criação do núcleo catarinense de agroecologia*. *Cadernos de Agroecologia*, v. 13 n. 1, 2018 (Anais do VI Congresso Latino-americano de Agroecologia; X Congresso Brasileiro de Agroecologia; V Seminário de Agroecologia do Distrito Federal e Entorno; 12 a 15 de setembro de 2017, Brasília/DF) Disponível em: <https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/953> Acesso em 30 jan. 2024

VINHOLIS, M. de M. B.; COLA, G. G.; NICODEMO, M. L. F.; SANTOS, P. M.; KALATZIS, A. E. G.; RASSINI, J. B.; FREITAS, A. R. de; PORFIRIO-DA-SILVA, V.; CARPANEZZI, A. A. *Estudo da viabilidade econômica de sistemas de produção agrossilvipastoris em São Carlos, SP*. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2013. 33p.

Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/969653> Acesso em 29 jan. 2024.

VOGT, G. The Origins of Organic Farming. In: LOCKERETZ, William (org.). Organic farming: an international history. Wallingford, UK ; Cambridge, MA: CABI, 2007.

WEZEL A.; PEETERS A. Agroecology and herbivore farming systems – principles and practices. In : BAUMONT R.; CARRÈRE P; JOUVEN M.; LOMBARDI G.; LÓPEZ-FRANCOS A; MARTIN B.; PEETERS A.; PORQUEDDU C.(editores), Forage resources and ecosystem services provided by Mountain and Mediterranean grasslands and rangelands. Zaragoza: CIHEAM / INRA / FAO / VetAgro Sup Clermont-Ferrand / Montpellier SupAgro, 2014. p. 753-767 (Options Méditerranéennes : Série A.Séminaires Méditerranéens; n. 109)

WEZEL, A.; SOLDAT, V. A quantitative and qualitative historical analysis of the scientific discipline of agroecology. *International Journal of Agricultural Sustainability*, v. 7, n. 1, p. 3–18, fev. 2009. DOI 10.3763/ijas.2009.0400. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.3763/ijas.2009.0400>. Acesso em: 13 jan. 2024.

WEZEL, Alexander; HERREN, Barbara Gemmill; KERR, Rachel Bezner; BARRIOS, Edmundo; GONÇALVES, André Luiz Rodrigues; SINCLAIR, Fergus. Agroecological principles and elements and their implications for transitioning to sustainable food systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, v. 40, n. 6, p. 40, dez. 2020. DOI 10.1007/s13593-020-00646-z. Disponível em: <https://link.springer.com/10.1007/s13593-020-00646-z>. Acesso em: 15 jan. 2024.

ANEXO A - ENTRADAS CALCULADAS DO PROJETO

Entradas do Projeto		Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15	
Sistema de Produção de Leite (SPL)																		
Leite	Quantidade Produzida	75600	79000	85400	87230	89060	90890	92720	94550	96380	98210	100040	101870	103700	105530	107360	109190	
	Preço	2,37	2,37	3,081	3,081	3,081	3,081	3,081	3,081	3,081	3,081	3,081	3,081	3,081	3,081	3,081	3,081	3,081
Animais adultos de descarte	Quantidade Produzida		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	Preço		2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Novilhos	Quantidade Produzida				2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	
	Preço		800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	
Total do SPL		179172	191230	267117	274356	281594	288832	296070	303309	310547	317785	325023	332261	339500	346738	353976	361214	
Sistema Agroflorestal																		
Mogno (188 plantas -20% de perdas=150 plantas)	Quantidade Produzida		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	
	Preço																	266
Cacau (471 plantas - 20% de perdas = 376)	Quantidade Produzida				141	282	423	564	564	564	564	564	564	564	564	564	564	
	Preço				12,07	12,07	12,07	12,07	12,07	12,07	12,07	12,07	12,07	12,07	12,07	12,07	12,07	
Banana (471 plantas - 20% de perdas = 376)	Quantidade Produzida			6016	6016	6016	6016	6016	6016	6016	6016	6016	6016	6016	6016	6016	6016	
	Preço			1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	
Juçara (471 plantas - 20% de perdas = 376)	Quantidade Produzida							2421	2421	2421	2421	2421	2421	2421	2421	2421	2421	
	Preço							2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	
Total do Sistema Agroflorestal		0	0	10227	11929	13631	15333	22362	22362	22362	22362	22362	22362	22362	22362	22362	22362	62262

ANEXO B - TABELA DE DESPESAS COM INVESTIMENTO DO PROJETO ANALISADO

Despesas de Investimento		
	Quantidade	Valor Total
Animais		
Aquisição de Matrizes Gir	4	40000
Caixas de abelhas - Jataí	3	750
Caixas de abelhas - Iraí	3	1050
Caixas de abelhas - Mirim Guaçu	3	900
Total Animais		42700
Sementes e mudas		
SAF Pastos 3 e 9		
Abóbora - sementes	1 pct 250g	139
Feijão de Porco - Sementes (kg)	15	375
Milho - Sementes (kg)	5	110
Feijão Guandu - Sementes (kg)	1	28
Mandioca - Mudas	3000	5100
Amora - mudas	3000	18000
Banana D'água - Mudas Clone Grand Naine	500	2000
Cacau - muda	500	1600
Grumixama - muda	500	2500
Mogno Africano - Muda (apenas no pasto 9)	220	1320
Aroeira (apenas no pasto 3)	1 pct 100 g	71,7
Juçara - sementes	6 pcts com 300 sementes	816
Gliricídea - sementes (apenas no pasto 3)	1 pct 1000 sementes	260
B. Humidicola cv. Llanero	9 pcts de 5 kgs cada	1710
Amendoim forrageiro	1 pct 1kg	380
Arborização pastos 1 e 2		
Cássia Imperial - sementes	1 pct 150g	72

Flamboyant Vermelho - Sementes	1 pct 300g	73
Gliricídea - sementes	1 pct 1000 sementes	260
Total Sementes e Mudanças		34814,7
Cerca Elétrica (10km)		
Arame liso de 1000 metros	4 rolos de 1000m	2280
Isolador tipo castanha	100 unidades	180
Isolador tipo w	300 unidades	250
Carretel para fio eletroplástico	4 unidades	1160
Fio eletroplástico	7 rolos de 500 m	700
Varetas para cerca móvel	200 unidades	4675
Eletrificador solar	1 unidade	1000
Kit Para Raio	3 unidade	150
Bateria	1 unidade	150
hastes para aterramento	10 unidades	340
Mourões de Eucalipto	200 unidades	5170
Porteira para cerca elétrica	20 unidades	500
Cabo subterrâneo	300 metros	600
Tubo isolador para cerca elétrica	100 metros	150
Total Cerca Elétrica		17305
Fertilizantes		
Calcáreo	40 ton (4 ton/ha)	16000
Gesso Agrícola	14 ton (1,3 ton/ha)	26600
Fosfato Natural	3,7 ton (70kg/ha de P2O5)	10564
Total Fertilizantes		53164
Equipamentos		
Enxada tramontina larga c/cabo	3 unidades	210
Facão paraboni mato 16"	3 unidades	105
Cavadeira articulada paraboni	2 unidades	160
Carrinho de mão paraboni 160L	1 unidade	400
Tesoura de poda tramontina	3 unidades	90
Tesourão de poda tramontina	2 unidades	100
Rastelo paraboni c/cabo 14D	2 unidades	80
Pá tramontina bico cabo 71cm	3 unidades	120
Serrote de poda 13"	3 unidades	90

Motoserra Stihl 170	1 unidade	1300
Perfurador de solo com broca e extensão	1 unidade	2200
Total Equipamentos		4855
Mão de obra eventual		
MDO - implantação (dia-homem)	99 dia-homem	7920
MDO - 5 manejos no 1º ano (dia-homem)	142 dia-homem	11360
Assistencia Técnica 1º ano	6 visitas	3000
MDO instalação cerca elétrica	30 dia-homem	2400
Total Mão de obra eventual		24680
Outros		
Ponte para bovinocultura de corte	1	40000
Sombrite 70% (10mx6m)	1	290
Presilhas sombrite	1 pct com 50 unidades	60
Corda para esticar sombrite	1 rolo 150 m	70
Adesão ao SPG ABIO	1	200
Outros Custos não previstos		20000
Total Outros		60620

ANEXO C - DESPESAS OPERACIONAIS CALCULADAS

Despesas Operacionais Anuais		
Funcionamento do SPL		
Sal Mineral	1 saco/mês	1920
Medicamentos e vacinas		24000
Reprodução (semen, nitrogênio e materiais para IA)		12000
Manutenção ordenhadeira e tanque de expansão		6000
Combustível	30 litros gasolina/mês	2520
Energia Elétrica		4800
Mão de Obra Contratada	3 funcionários	75348
Despesas não prevista (10%)		12658,8
Total		139246,8
Novas despesas anuais advindas do Projeto		
Despesas do SPL		
Homeopatia (Mastite e Carrapato)	1 saco/semestre de cada	1492
Reprodução - Doses de semen holandês sexado	10	1500
Treinamento dos funcionários	4 dias-homem/mês	3840
Instrutor treinamentos	1 visita/mês	6000
Despesas do SAF		
MDO manejos anuais do SAF (1 por semestre)	57 dias-homem	4560
Assistência Técnica SAF semestral	2 visitas	1000
Funcionário contratado para manejo Meliponário e manutenção de áreas verdes	1 funcionário	25116
Mensalidade SPG ABIO		840
Despesas não previstas (10%)		4434,8
Total		48782,8

ANEXO D - FLUXO DE CAIXA

	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15
Entradas																
Sistema de Produção de Leite	0	191230	267117	274356	281594	288832	296070	303309	310547	317785	325023	332261	339500	346738	353976	361214
Sistema Agroflorestal	0	0	10227	11929	13631	15333	22362	22362	22362	22362	22362	22362	22362	22362	22362	62262
Total Entradas		191230	277345	286285	295225	304165	318432	325670	332909	340147	347385	354623	361862	369100	376338	423476
Saídas																
Investimentos																
Animais	42700															
Sementes e mudas	34814,7															
Cerca Elétrica (10km)	17305															
Fertilizantes	53164															
Equipamentos	4855															
Mão de obra	24680															
Outros	60620															
Total	238138,7															
Operacionais																
Funcionamento do SPL		139246,8	139246,8	139246,8	139246,8	139246,8	139246,8	139246,8	139246,8	139246,8	139246,8	139246,8	139246,8	139246,8	139246,8	139246,8

Advindas do Projeto		48782,8	48782,8	48782,8	48782,8	48782,8	48782,8	48782,8	48782,8	48782,8	48782,8	48782,8	48782,8	48782,8	48782,8	48782,8
Total		188029,6	188029,6	188029,6	188029,6	188029,6	188029,6	188029,6	188029,6	188029,6	188029,6	188029,6	188029,6	188029,6	188029,6	188029,6
Total Saídas	238138,7	188029,6	188029,6	188029,6	188029,6	188029,6	188029,6	188029,6	188029,6	188029,6	188029,6	188029,6	188029,6	188029,6	188029,6	188029,6
Fluxo Líquido	-238138,7	3200	89315	98255	107195	116135	130403	137641	144879	152117	159355	166594	173832	181070	188308	235447
Fluxo Líquido Acumulado	-238139	-234938	-145623	-47368	59827	175962	306365	444006	588885	741002	900357	1066951	1240783	1421853	1610162	1845608